

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение  
Отделение школы (НОЦ) Материаловедения

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления обоймы перемешивателя и оснастки

УДК **621.824.001.6**

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л31	Амелин Владимир Владимирович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков Владимир Сергеевич	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Старикова Екатерина Васильевна	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Юрий Митрофанович	д.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н.		

Томск – 2018 г.

## Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b>Профессиональные компетенции</b>	
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
<b>Универсальные компетенции</b>	
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение  
Отделение школы (НОЦ) Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
Ефременков Е.А  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л31	Амелин Владимир Владимирович

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления обоймы перемешивателя и оснастки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	25.05.2018г №3780/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	12.05.2018г
--	-------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	<i>-Чертеж детали; -Годовая программа выпуска.</i>
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<i>-Аналитический обзор научно-технической литературы; -Определение типа производства, форм и методов организации работ; -Анализ технологичности конструкции детали; -Выбор заготовки; -Разработка маршрута обработки детали; -Размерный анализ техпроцесса; -Выбор оборудования; -Расчет и назначение режимов обработки; -Нормирование технологического процесса; -Конструирование приспособления.</i>

<b>Перечень графического материала</b>	-Чертеж детали; -Чертеж приспособления
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Технологический	Коротков Владимир Сергеевич
Конструктоский	Коротков Владимир Сергеевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старикова Екатерина Васильевна
Социальная ответственность	Федорчук Юрий Митрофанович
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	26.02.2018г
---	-------------

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Коротков Владимир Сергеевич	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8ЛЗ1	Амелин Владимир Владимирович		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из четырех частей изложенных 116 страниц, 41 рисунок, 32 таблицы, листов графического материала и 16 источников.

Ключевые слова: обойма, технологическая оснастка, проходной резец, режим резания, технологический процесс.

Объектом разработки является технологический процесс изготовления «обойма перемешивателя».

Цель работы: закрепление навыков проектирования технологического процесса изготовления детали на современном оборудовании; а так же навык конструирования приспособления для сверлильной технологической операции. В ходе работы ВКР использовался метод полной взаимозаменяемости при размерном анализе технологического процесса а также метод аналогов и прецедентов. В результате выполнения ВКР разработал технологический процесс изготовления «обоймы перемешивателя» на станках с ЧПУ, а так же приспособление для сверления отверстия на универсальном сверлильном станке. Результаты работы могут быть использованы на томском заводе электроприводов.

## Введение

В нефтехимической, нефтеперерабатывающей, химической, а так же в пищевой отрасли, используют устройство для размыва донных отложений, в конструкцию которой входит «обойма перемешивателя». Из-за высоких требований к деталям устройства, необходимо разработать технологический процесс изготовления обоймы на современном оборудовании. Поэтому основной задачей ВКР является разработка технологического процесса изготовления детали по качеству не уступающий зарубежным аналогам. Поставленная задача будет решаться методом аналогов и прецедентов, методом максимума-минимума при анализе технологических размерных цепей с использованием САПР Компас 3D, разработанный технологический процесс предполагается внедрить на томском заводе электроприводов.

ВКР состоит из четырех частей: технологической, конструкторской, финансового менеджмента, социальной ответственности.

Технологическая часть включает в себя выбор исходной заготовки, разработку маршрута технологического процесса, расчет режимов резания, а также расчет припусков и норм времени.

Конструкторская часть состоит из описания принципа работы приспособления, расчета усилия зажима заготовки и момента затяжки резьбового соединения.

В части финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение произведен анализ конкурентных технических решений, определена трудоемкость выполнения работ, произведен расчет основной и дополнительной заработной платы, расчет отчисления в фонды и накладные расходы, а также произведено формирование бюджета.

В части социальная ответственность описано рабочее место, произведен анализ вредных и опасных факторов, определены действия персонала в ЧС, рассмотрены вопросы по обеспечению безопасности на производстве.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	6
<b>1. Технологическая часть</b> .....	9
1.1 Техническое задание.....	10
1.2 Определение типа производства.....	11
1.3 Анализ технологичности конструкции детали.....	14
1.4 Выбор исходной заготовки.....	15
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления детали «ОБОЙМА».....	16
1.6 Расчет припусков и диаметральных технологических размеров.....	20
1.7 Расчет припусков и технологических размеров в осевом направлении.....	30
1.8 Выбор средств технологического оснащения.....	43
1.9 Расчет режима резания.....	51
1.10 Расчет норм времени технологического процесса.....	57
<b>2. Конструкторская часть</b> .....	63
2.1 Анализ исходных данных.....	64
2.2 Описание и принцип работы оснастки.....	64
2.3 Расчет момента затяжки резьбового соединения.....	66
<b>3. Экономическая часть</b> .....	68
3.1 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	70
3.2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	70
3.2.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	70
3.2.2 Анализ конкурентных технических решений.....	72
3.2.3 Технология QuaD.....	74
3.2.4 SWOT – анализ.....	75
3.3 Планирование научно-исследовательских работ.....	77

3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	77
3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	78
3.3.3 Разработка графика проведения научного исследования .....	78
3.3.4 Определение бюджета научно-технического исследования.....	81
3.3.5 Расчет материальных затрат научно-технического исследования.....	81
3.3.6 Расчет основной заработной платы исполнителей темы.....	83
3.3.7 Расчет дополнительной заработной платы исполнителей темы.....	84
3.3.8 Расчет отчислений во внебюджетные фонды.....	85
3.3.9 Расчет накладных расходов.....	85
3.3.10 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	86
3.3.11 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	87
<b>4. Социальная ответственность.....</b>	<b>90</b>
4.1 Описание рабочего места.....	93
4.2 Микроклимат.....	94
4.3 Вредные вещества.....	95
4.4 Производственный шум.....	96
4.5 Освещенность.....	98
4.6 Электромагнитные поля.....	102
4.7 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды.....	104
4.7.1 Факторы электрической природы.....	104
4.7.2 Факторы пожарной и взрывной природы.....	106
4.8 Охрана окружающей среды.....	109
4.9 Защита в ЧС.....	111
4.10 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	112
<b>Заключение.....</b>	<b>114</b>
<b>Список литературы.....</b>	<b>115</b>



# **1.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

# 1.1 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Разработать технологический процесс изготовления оси. Чертёж детали представлен на рисунке 1. Годовая программа выпуска: 2000 шт.

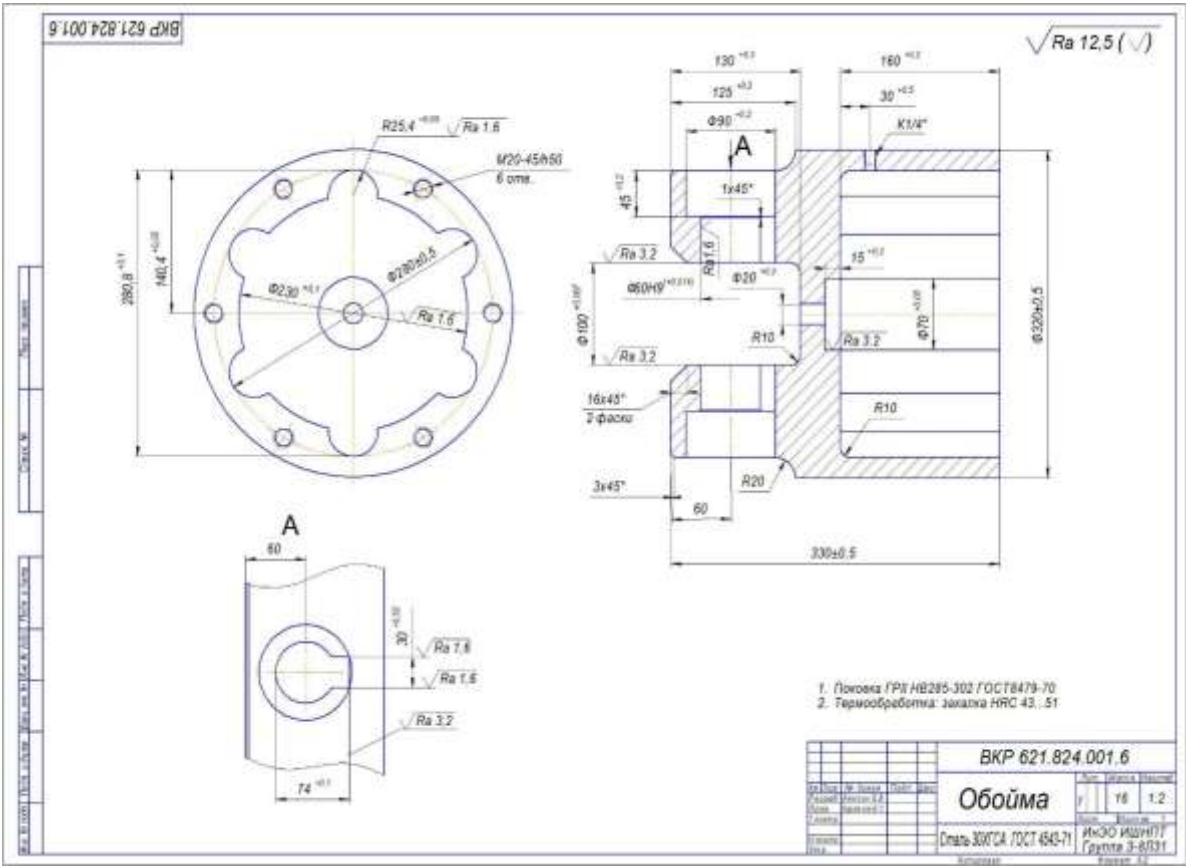


Рисунок 1 - Обойма

## 1.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}}, \quad (1)$$

где  $t_{\text{в}}$  – такт выпуска детали, мин.;

$T_{\text{ср}}$  – среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}}, \quad (2)$$

где  $F_{\text{г}}$  – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_{\text{г}}$  – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования при 40-часовой рабочей неделе режим работы:  $F_{\text{г}} = 1973$  ч.

Тогда

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}} = \frac{1973 \cdot 60}{2000} = 59,19 \text{ мин};$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к } i}}{n}, \quad (3)$$

где  $T_{\text{ш.к } i}$  – штучно – калькуляционное время  $i$ -ой основной операции, мин.;

$n$  – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 3-и операции ( $n=3$ ).

Штучно – калькуляционное время  $i$ - ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [1, с.147]:  $T_{ш.к.i} = \varphi_{к.i} \cdot T_{o.i}$  (4)

где  $\varphi_{к.i}$  – коэффициент  $i$ - ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства;

$T_{o.i}$  – основное технологическое время  $i$ - ой операции, мин.

В качестве основных операций выберем 3 операции ( $n=3$ ): две токарные с ЧПУ и фрезерную с ЧПУ(см операционную карту).

Для первой и второй операции (токарной)  $\varphi_{к.1} = \varphi_{к.2} = 2.14$ ;

для шлифовальной:  $\varphi_{к.3} = 1.84$ .

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения 1 [1, с.146], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Основное технологическое время первой токарной операции определяем только для наиболее продолжительных по времени переходов (подрезка торца начерно, точение поверхности начерно, расточка отверстия начерно, сверление отверстия и его расточка (см. операционную карту)):

$$T_{o.1} = (0,037(D^2 - d^2) + 0,17 \cdot d \cdot l + 0,18 \cdot d \cdot l \cdot i + 0,18 \cdot d \cdot l + 0,52 \cdot d \cdot l) \cdot 10^{-3},$$

где  $d$  – диаметр, мм;

$l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по рисунку 1.

Тогда

$$T_{o.1} = (0,037(320.5 - 319.5) \cdot (320.5 + 319.5) + 0,17 \cdot 320 \cdot 200 + 0,18 \cdot 230 \cdot 160 + 0,18 \cdot 70 \cdot 15 + 0,52 \cdot 20 \cdot 200) \cdot 10^{-3} = 19,79 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по формуле (4):

$$T_{ш.к.1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{o.1} = 2,14 \cdot 19,79 = 47,49 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время второй токарной операции определяем для следующих переходов: подрезка торцев, черновое точение поверхности,

фрезерование паза, сверлить отверстие, фрезеровать. (см. операционную карту)):

$$T_{0,2} = (0,037(D^2 - d^2) + 0,037(D^2 - d^2) + 0,17 \cdot d \cdot l + 7 \cdot l + 0,52 \cdot l + 7 \cdot l) \cdot 10^{-3},$$

тогда

$$T_{0,2} = (0,037 \cdot 2 \cdot (320,5 - 319,5) \cdot (320,5 + 319,5) + 0,17 \cdot 280 \cdot 125 + 7 \cdot 130 + 0,52 \cdot 90 \cdot 60 + 7 \cdot 45) \cdot 10^{-3} = 10,03 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции, формула (4):

$$T_{ш.к2} = \varphi_{к2} \cdot T_{0,2} = 2,14 \cdot 10,03 = 21,76 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время для третьей операции растачивание чистовое 2-ух отверстий, черновое и чистовое фрезерование, сверление и нарезание резьбы, сверление и нарезание резьбы в 6-ти отверстиях (см. операционную карту):

$$T_{0,3} = (0,15 \cdot d \cdot l + 0,15 \cdot d \cdot l + 6 \cdot l + 4 \cdot l + 0,52 \cdot d \cdot l + 0,4 \cdot d \cdot l + 6 \cdot 0,52 \cdot d \cdot l + 6 \cdot 0,4 \cdot d \cdot l) \cdot 10^{-3},$$

Тогда

$$T_{0,3} = (0,15 \cdot 280 \cdot 160 + 0,15 \cdot 70 \cdot 15 + 6 \cdot 158 + 4 \cdot 160 + 0,52 \cdot 11 \cdot 20 + 0,4 \cdot 10,5 \cdot 15 + 6 \cdot 0,52 \cdot 18 \cdot 50 + 6 \cdot 0,4 \cdot 20 \cdot 45) \cdot 10^{-3} = 13,61$$

мин.

Штучно – калькуляционное время данной операции, формула (4):

$$T_{ш.к3} = \varphi_{к3} \cdot T_{0,3} = 2,10 \cdot 13,61 = 28,58 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле (3):

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.кi}}{n} = \frac{T_{ш.к1} + T_{ш.к2} + T_{ш.к3}}{3} = \frac{28,58 + 21,76 + 27,27}{3} = 25,87 \text{ мин.}$$

Тип производства определяем по формуле (1):

$$K_{з.о} = \frac{t_{\theta}}{T_{cp}} = \frac{59,19}{25,87} = 2,29$$

Так как  $K_{з.о} = 2,29$  то тип производства мелкосерийный.

### 1.3 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ

Деталь – обойма – представляет собой тело вращения, изготавливаемое из стали 30ХГСА. Химический состав стали 30ХГСА

C	Si	Mn	Cr	P	S	Cu	Ni
				Не более			
0,28-0,34	0,9-1,2	0,8-1,1	0,8-1,1	0,025	0,025	0,3	0,3

Деталь имеет достаточно простую конструкцию. Обеспечивается свободный доступ инструмента почти ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой, отсутствуют какие-либо специальные требования к форме и взаимному расположению геометрических элементов. Не совсем технологичным является шпоночный паз из-за своего расположения и предъявляемых требований к качеству его поверхности. Приходится прибегать к искровой электроэрозионной обработке, что значительно замедляет процесс получения готового изделия. Также нетехнологичным является паз шириной 100 мм и длиной 130 из-за большого количества материала, который уйдёт в стружку, после фрезерования. Эти элементы определяются конструктивными соображениями, и изменить их затруднительно. В остальном деталь является технологичной.

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз. Деталь не имеет острых кромок и грубой шероховатости, поэтому после закалки возможность появления трещин резко уменьшается.

С учетом вышесказанного какие-либо изменения в конструкции детали производиться не будут.

## 1.4 ВЫБОР ИСХОДНОЙ ЗАГОТОВКИ

С учетом технологических свойств материала детали (материал детали сталь 30ХГСА), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам (особых требований нет), а также типом производства (мелкосерийное) выбираем в качестве исходной заготовки – поковку, рисунок 2. Заготовку необходимо подвергнуть нормализации, для снятия остаточных напряжений послековки.

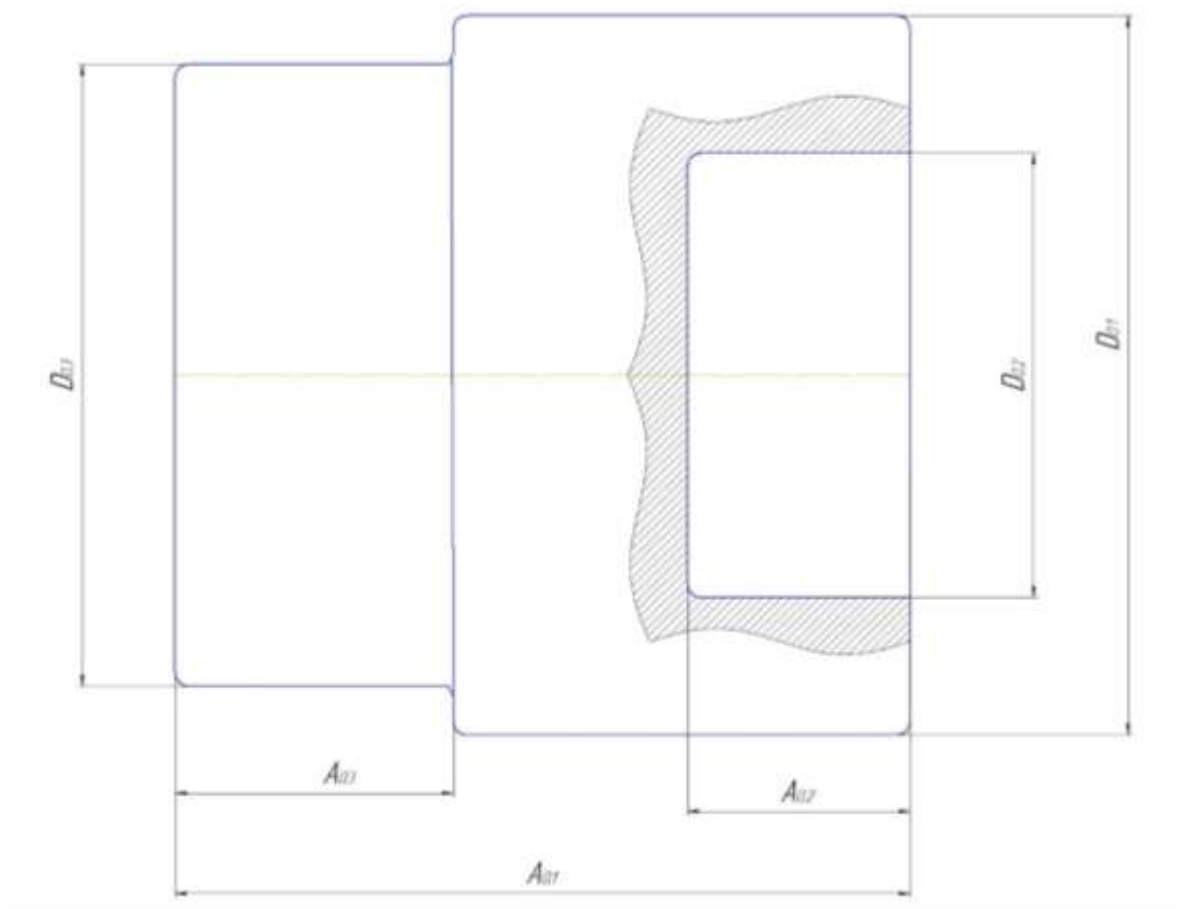
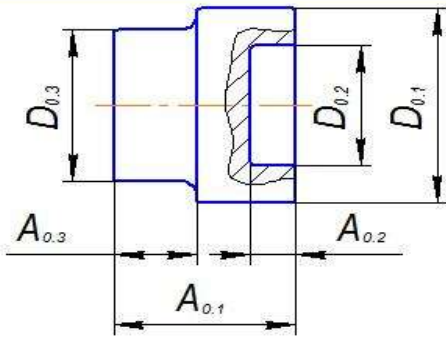
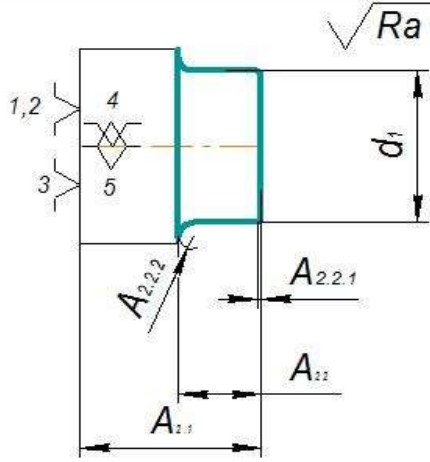
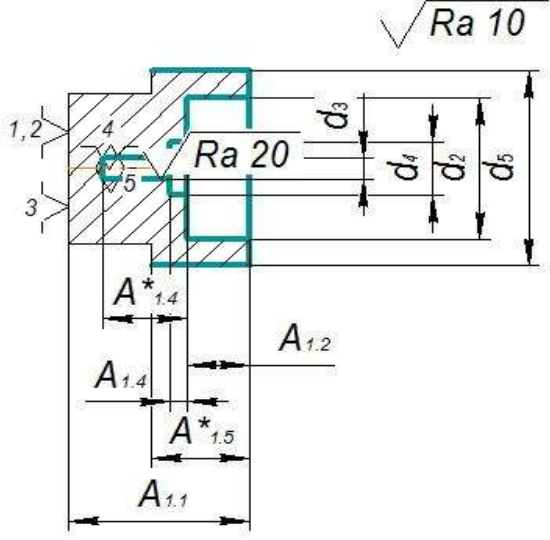


Рисунок 2 - Заготовка

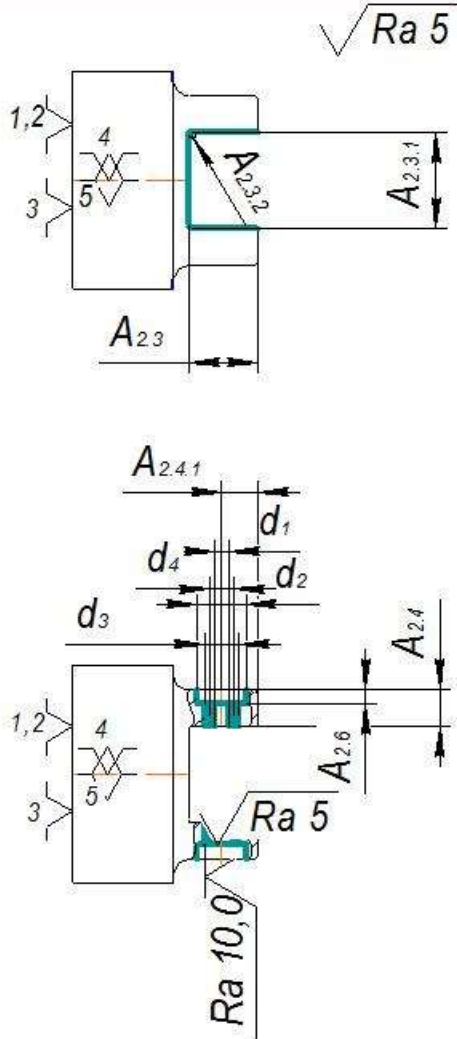
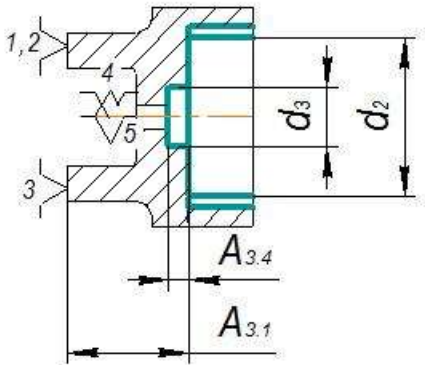
## 1.5 РАЗРАБОТКА МАРШРУТА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «ОБОЙМА»

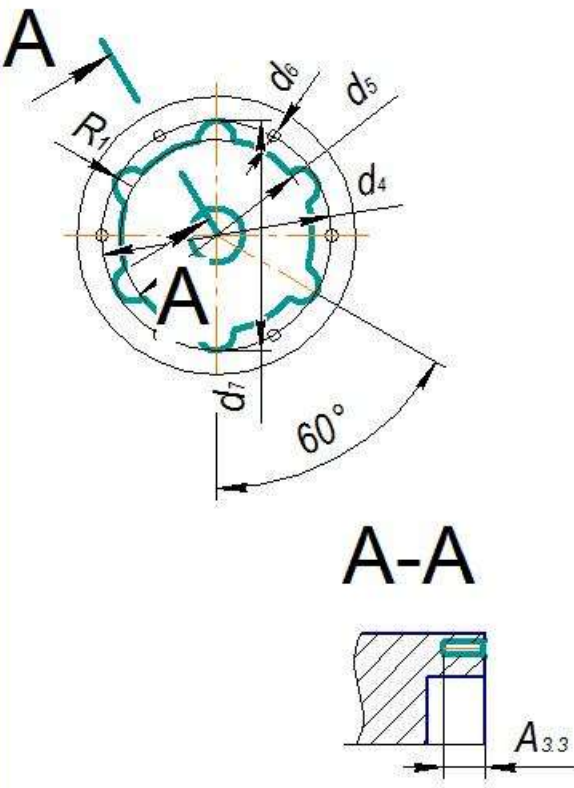
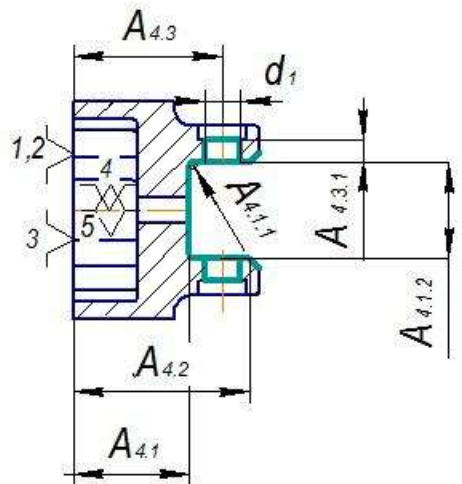
Маршрут технологии изготовления обоймы представлен в виде таблицы 1.

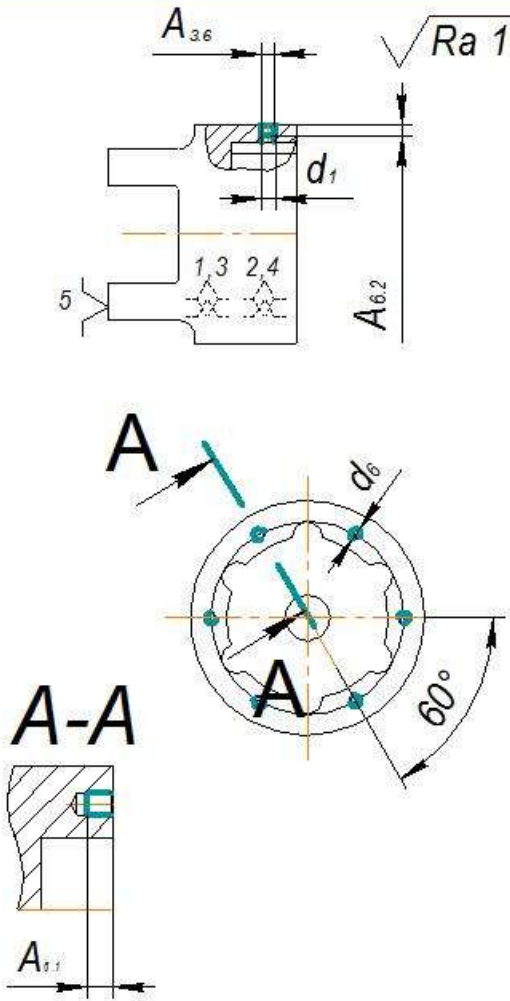
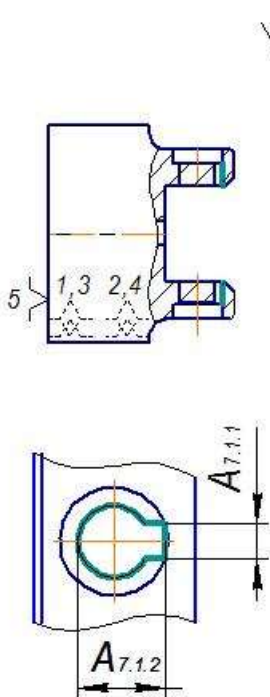
Таблица 1

Операция	Наименование и содержание операций	Операционный эскиз
000	<b>Заготовительная:</b> Поковка	
005	<b>Токарно-фрезерная с ЧПУ:</b> 1. Подрезать торец, выдержав размер $A_{2.1}$ , 2. Точить по контуру, выдержав размер $A_{2.2.1}$ , $A_{2.2}$ , $A_{2.2.2}$ , $d_1$	
010	<b>Токарно-фрезерная с ЧПУ:</b> 1. Подрезать торец, выдержав размер $A_{1.1}$ 2. Расточить отверстие $d_2$ , на длину $A_{1.2}$ 3. Сверлить отверстие $d_3$ на длине $A_{1.4}^*$ 4. Расточить отверстие $d_3$ до диаметра $d_4$ , на длину $A_{1.4}$ 5. Точить поверхность $d_5$ , выдержав размер $A_{1.5}^*$	



<p><b>015 Токарно-фрезерная с ЧПУ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фрезеровать паз, выдержав размер <math>A_{23}</math>, <math>A_{23,2}</math>, <math>A_{23,1}</math></li> <li>2. Сверлить отверстие, выдержав размеры <math>d4</math>, <math>A_{2,4,1}</math>, <math>A_{2,4}</math></li> <li>3. Рассверлить отверстие, выдержав размеры <math>A_{2,4,1}</math>, <math>d2</math></li> <li>4. Рассверлить отверстие, выдержав размеры <math>A_{2,4,1}</math>, <math>d3</math></li> <li>5. Фрезеровать отверстие, выдержав размер <math>A_{2,4,1}</math>, <math>d2</math>, <math>A_{2,6}</math>.</li> </ol> <p>Повернуть деталь на 180</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Сверлить отверстие, выдержав размеры <math>d1</math>, <math>A_{2,4,1}</math>, <math>A_{2,4}</math></li> <li>7. Рассверлить отверстие, выдержав размеры <math>A_{2,4,1}</math>, <math>d3</math></li> <li>8. Фрезеровать отверстие, выдержав размер <math>d2</math>, <math>A_{2,6}</math>.</li> </ol>	
<p><b>020 Токарно-фрезерная с ЧПУ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расточить отверстие <math>d2</math> выдержав размер <math>A_{3,1}</math></li> <li>2. Фрезеровать 6 пазов, выдержав размеры <math>d5</math>, <math>R1</math>, <math>60^\circ</math>, <math>d7</math>.</li> <li>3. Фрезеровать начисто 6 пазов,</li> <li>4. Расточить отверстие <math>d3</math>, на длину <math>A_{3,4}</math></li> <li>5. Сверлить 6 отверстий, выдержав размеры <math>d6</math>, <math>A_{3,3}</math>, <math>d4</math></li> </ol>	

020		<p><math>\sqrt{Ra\ 1,25}</math></p> 
025	<p><b>Токарно-фрезерная с ЧПУ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фрезеровать паз, выдерживая размер <math>A_{4.1}</math>, <math>A_{4.1.1}</math>, <math>A_{4.1.2}</math></li> <li>2. Фрезеровать фаски, выдержав размер <math>A_{4.2}</math></li> <li>3. Расточить отверстие, выдержав размеры <math>d1</math>, <math>A_{4.3}</math></li> <li>4. Фрезеровать фаску, выдержав размер <math>A_{4.3.1}</math></li> </ol> <p>Повернуть деталь на <math>180^\circ</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Расточить отверстие, выдержав размеры <math>d1</math>, <math>A_{4.3}</math></li> <li>6. Фрезеровать фаску, выдержав размеры <math>A_{4.2.1}</math></li> </ol>	<p><math>\sqrt{Ra\ 1,6}</math></p> 
030	<p><b>Термическая</b></p>	<p>Калить в масле при температуре <math>840-860^\circ\text{C}</math> Отпустить при температуре <math>450-500^\circ\text{C}</math></p>

<p><b>035</b></p>	<p><b>Слесарная:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нарезать резьбу в 6-ти отверстиях, выдержав размеры <math>d_6</math>, <math>60^\circ</math>, <math>A_{z1}</math>.</li> <li>2. Сверлить отверстие, выдержав размеры <math>d_1</math>, <math>A_{z3}</math>.</li> <li>3. Нарезать резьбу, выдержав размер <math>d_1</math>, <math>A_{z2}</math>.</li> </ol>	
<p><b>040</b></p>	<p><b>Электроэрозионная искровая:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вырезать паз, выдержав размеры <math>A_{7.1.2}</math>, <math>A_{7.1.1}</math>.</li> </ol>	

## 1.6 РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ И ДИАМЕТРАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ

Минимальный припуск на обработку поверхностей вращения и обработки плоскостей определяется по формулам:

$$2 \cdot Z_{i \min} = 2 \cdot (R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (5)$$

$$Z_{\min} = R_{z_0} + h_0 + \rho$$

где  $R_{z_{i-1}}$  – шероховатость поверхности на предшествующем переходе или операции, мкм;

$h_{i-1}$  – толщина дефектного поверхностного слоя, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

$\rho_{i-1}$  – суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученное на предшествующем переходе или операции, мкм;

$\varepsilon_i$  – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

Таблица 2 – Расчет припусков на обработку поверхности Ø320

Переходы обработки отверстия Ø320	Элементы минимального припуска, мкм				Минимальный припуск $2 \cdot Z_{\min}$ , мкм
	Rz	h	$\rho$	$\varepsilon$	
Точение: Черновое	300	400	509	-	$Z_{\min} 1.5 = 2418$

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя после механической обработки определяем по таблице 4.5 [1, с. 64]:

$$R_z = 400 \text{ мкм}, h = 400 \text{ мкм}. \quad \rho_i = \sqrt{\rho_{\phi.ков}^2 + \rho_{p.ков}^2} = \sqrt{100^2 + 500^2} = 509 \text{ мкм}.$$

Минимальный припуск на точение, формула (5):

$$2Z_{1.5\min} = 2(R_{Z_{\text{ккк}}} + h_{\text{ков}} + \sqrt{\rho_{\text{ков}}^2 + \rho_{\text{ков}}^2}) = 2(300 + 400 + \sqrt{100^2 + 500^2}) = 2418 \text{ мкм.}$$

Таблица 3 – Расчет припусков на обработку поверхности Ø280

Переходы обработки отверстия Ø280	Элементы минимального припуска, мкм				Минимальный припуск 2·Z min, мкм
	Rz	h	ρ	ε	
Точение: Черновое	300	400	364	-	Z min2.2=2128

Минимальный припуск на точение, формула (5):

$$2Z_{2.2\min} = 2(R_{Z_{\text{ккк}}} + h_{\text{ков}} + \sqrt{\rho_{\text{ф.ков}}^2 + \rho_{\text{р.ков}}^2}) = 2(300 + 400 + \sqrt{100^2 + 350^2}) = 2128 \text{ мкм.}$$

Таблица 4 – Расчет припусков на обработку отверстия Ø70

Переходы обработки отверстия Ø70	Элементы минимального припуска, мкм				Минимальный припуск 2·Z min, мкм
	Rz	h	ρ	ε	
Растачивание: Черновое	80	50	82	-	Z min1.4=424
Растачивание: Чистовое	40	40	85	-	Z min3.4=330

$$2Z_{1.4\min} = 2(R_{Z_{\text{ссве}}} + h_{\text{свер}} + \sqrt{\rho_{\text{ф.свер}}^2 + \rho_{\text{р.свер}}^2}) = 2(80 + 50 + \sqrt{20^2 + 80^2}) = 424 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{3.4\min} = 2(R_{Z_{\text{черн.точн}}} + h_{\text{черн.точн}} + \sqrt{\rho_{\text{ф.черн.точ}}^2 + \rho_{\text{р.черн.точ}}^2}) = 2(40 + 40 + \sqrt{30^2 + 80^2}) = 330 \text{ мкм.}$$

Таблица 5 – Расчет припусков на обработку отверстия Ø230

Переходы обработки отверстия Ø230	Элементы минимального припуска, мкм				Минимальный припуск 2·Z min, мкм
	Rz	h	ρ	ε	
Растачивание: Черновое	300	400	316	-	Z min1.2=2032
Растачивание: Чистовое	40	40	111	-	Z min3,1=382

$$2Z_{1.2\min} = 2(R_{Z_{\text{ков}}} + h_{\text{ковк}} + \sqrt{\rho_{\text{ф.ков}}^2 + \rho_{\text{р.ков}}^2}) = 2(300 + 400 + \sqrt{100^2 + 300^2}) = 2032 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{3.1\min} = 2(R_{Z_{\text{чер.точн}}} + h_{\text{черн.точн}} + \sqrt{\rho_{\text{ф.черн.точн}}^2 + \rho_{\text{р.черн.точн}}^2}) = 2(40 + 40 + \sqrt{50^2 + 100^2}) = 382 \text{ мкм.}$$

Таблица 6 – Расчет припусков на фрезерование пазов R25.4

Переходы обработки отверстия R25.4	Элементы минимального припуска, мкм				Минимальный припуск 2·Z min, мкм
	Rz	h	ρ	ε	
Фрезерование: Чистовое	80	80	50	-	Z min3.3=201

$$Z_{3.3}^{\min} = R_{Z_{\text{чер.фрезер}}} + h_{\text{черн.фрезер}} + \rho_{\text{черн.фрезер}} = 80 + 80 + 41 = 201 \text{ мкм}$$

Таблица 7 – Расчет припусков на фрезерование паза

Переходы обработки отверстия 100	Элементы минимального припуска, мкм				Минимальный припуск 2·Z min, мкм
	Rz	h	ρ	ε	
Фрезерование: Чистовое	80	80	116	-	Z min4.1=276

$$Z_{4.1}^{\min} = R_{Z_{\text{чер.фрезер}}} + h_{\text{черн.фрезер}} + \rho_{\text{черн.фрезер}} = 80 + 80 + 116 = 276 \text{ мкм}$$

Таблица 8 – Расчет припусков на обработку отверстия Ø60

Переходы обработки отверстия Ø60	Элементы минимального припуска, мкм				Минимальный припуск 2·Z min, мкм
	Rz	h	ρ	ε	
Развёртывание	40	50	82	-	Z min4.3=334

Минимальный припуск на развёртывание, формула (5):

$$2Z_{4.3\min} = 2(R_{Z_{\text{расверл}}} + h_{\text{расверл}} + \sqrt{\rho_{\text{ф.расверл}}^2 + \rho_{\text{р.расверл}}^2}) = 2(40 + 50 + \sqrt{20^2 + 80^2}) = 334 \text{ мкм.}$$

Определим допуски на переходы [1, 65], [2, 192].

$$TD_{01} = 4$$

$$TD_{02} = 3,6$$

$$TD_{03} = 4$$

$$TD_{1.2} = 0,18$$

$$TD_{3.1} = 0,07$$

$$TD_{1.3} = 0,21$$

$$TD_{3.4} = 0,04$$

$$TD_{3.2} = 0,07$$

$$TD_{3.3} = 0,03$$

$$TD_{1.4} = 0,12$$

$$TD_{1.5} = 0,08$$

$$TD_{2.2} = 0,21$$

$$TD_{2.3} = 0,22$$

$$TD_{4.1} = 0,08$$

$$TD_{2.4} = 0,16$$

$$TD_{4.3} = 0,07$$

$$TD_{2.5} = 0,21$$

$$TD_{2.6} = 0,25$$

$$TD_{2.7} = 0,14$$

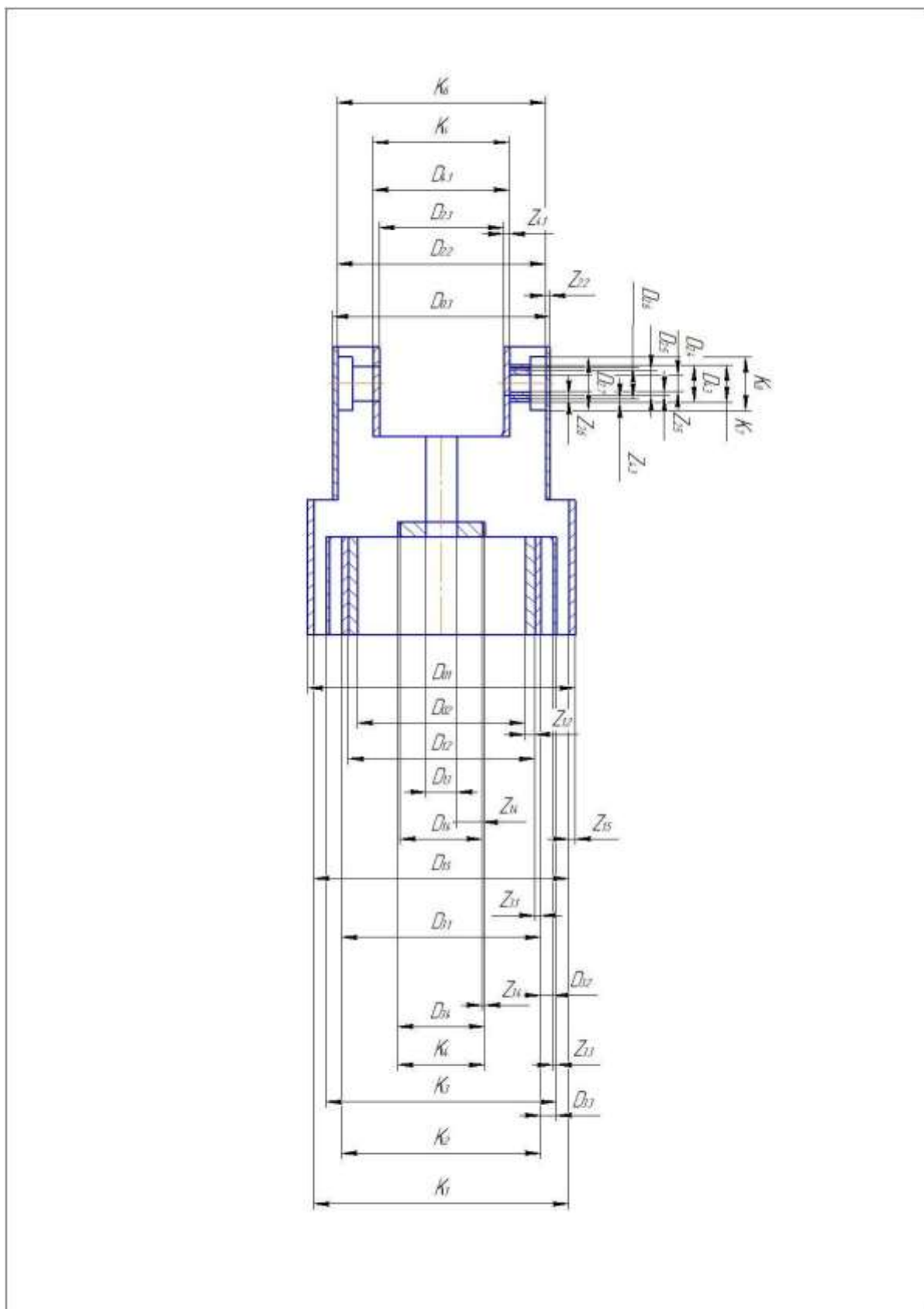


Рисунок 3 – Диаметральная размерная схема



Расчет диаметральных технологических размеров выполняем из условия обеспечения минимальных припусков на обработку. При этом расчете будем использовать размерную схему, представленную на рисунке 3.



Рисунок 4 – Размерная схема обработки отверстия Ø320 мм.

$$2 \cdot Z_{1.5}^{\min} = 2418 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{1.5}^c = 2 \cdot Z_{1.5}^{\min} + \frac{TD}{2} = 2418 + \frac{4230}{2} = 4533 \text{ мкм} = 4.533 \text{ мм}$$

$$D_{1.5} = K_1 = 320 \pm 0.115 \text{ мм}$$

$$D_{1.5}^c = 320 \text{ мм}$$

$$D_{0.1}^c = Z_{5.1}^c + D_{5.1}^c = 320 + 4.533 = 324.533 \text{ мм}$$

Принимаем

$$D_{0.1}^c = 325, \text{ уточняем значение } Z_{5.1} = D_{0.1} - D_{5.1} = 325_{-1.3}^{+2.7} - 320_{-0.115}^{+0.115} = 5_{-1.415}^{+2.815} \text{ мм}$$

$$D_{0.1} = 325_{-1.3}^{+2.7} \text{ мм}$$

Аналогично рассчитаем другие технологические размеры.

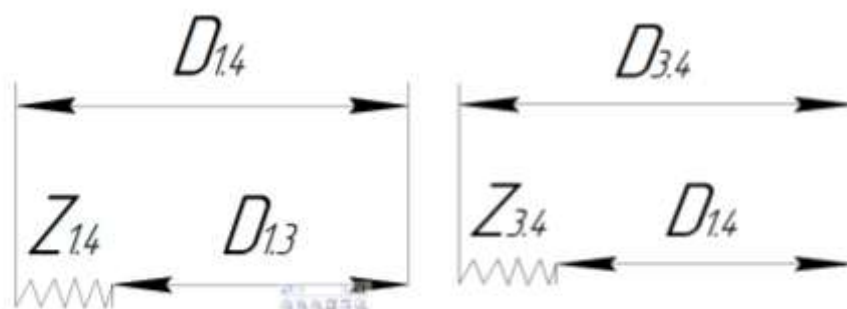


Рисунок 5 – Размерная схема обработки отверстия Ø70 мм.

$$2 \cdot Z^{\min}_{3,4} = 330 \text{ мкм}$$

$$2 \cdot Z^c_{3,4} = 2 \cdot Z^{\min}_{3,4} + \frac{TD}{2} = 330 + \frac{166}{2} = 413 \text{ мкм} = 0,413 \text{ мм}$$

$$D_{3,4} = K_4 = 70^{+0,046} \text{ мм}$$

$$D^c_{3,4} = D_{3,4} + \frac{BOD_{3,4} + HOD_{3,4}}{2} = 70 + \frac{0,046 + 0}{2} = 70,023 \text{ мм}$$

$$D^c_{1,4} = D^c_{3,4} - Z^c_{3,4} = 70,023 - 0,413 = 69,61 \text{ мм}$$

$$D_{1,4} = D^c_{1,4} - \frac{TD}{2} = 69,61 - \frac{0,12}{2} = 69,55^{+0,12} \text{ мм}$$

Принимаем  $D_{1,4} = 69,6^{+0,12} \text{ мм}$

уточняем значение  $Z_{3,4} = D_{3,4} - D_{1,4} = 70^{+0,046} - 69,6^{+0,12} = 0,4^{+0,046}_{-0,12} \text{ мм}$

$$D_{1,3} = 20^{+0,2} \text{ мм}$$

уточняем значение  $Z_{3,4} = D_{1,4} - D_{1,3} = 69,6^{+0,12} - 20^{+0,2} = 49,6^{+0,12}_{-0,2} \text{ мм}$

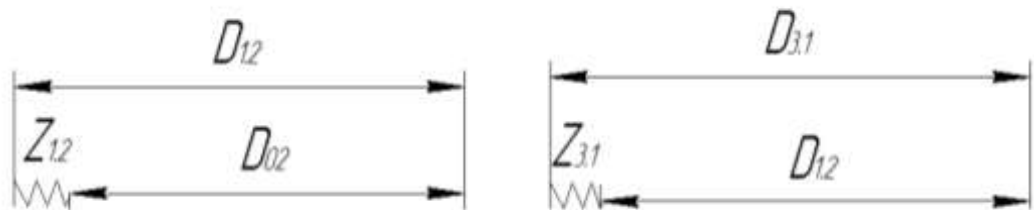


Рисунок 6 – Размерная схема обработки отверстия Ø230 мм.

$$2 \cdot Z^{\min}_{1,2} = 2032 \text{ мкм}$$

$$2 \cdot Z^c_{1,2} = 2 \cdot Z^{\min}_{1,2} + \frac{TD}{2} = 2032 + \frac{3785}{2} = 3924,5 \text{ мкм} = 3,9245 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z^{\min}_{3,1} = 382 \text{ мкм}$$

$$2 \cdot Z^c_{3,1} = 2 \cdot Z^{\min}_{3,1} + \frac{TD}{2} = 382 + \frac{257}{2} = 510,5 \text{ мкм} = 0,5105 \text{ мм}$$

$$D_{3,1} = K_2 = 230^{+0,072} \text{ мм}$$

$$D_{3.1}^c = D_{3.1} + \frac{ВОД_{3.1} + НОД_{3.1}}{2} = 230 + \frac{0.072 + 0}{2} = 230.036 \text{ мм}$$

$$D_{1.2}^c = D_{3.1}^c - Z_{3.1}^c = 230.036 - 0.5105 = 229.5255 \text{ мм}$$

$$D_{1.2} = D_{1.2}^c - \frac{TD}{2} = 229.5255 - \frac{0.185}{2} = 229.433^{+0.185} \text{ мм}$$

$$\text{Принимаем } D_{1.2} = 229,4^{+0.185} \text{ мм}$$

$$\text{уточняем значение } Z_{3.1} = D_{3.1} - D_{1.2} = 230^{+0.072} - 229,4^{+0.185} = 0,6_{-0.185}^{+0.072} \text{ мм}$$

$$D_{0.2}^c = D_{1.2}^c - Z_{1.2}^c = 229.5255 - 3.9245 = 225,601 \text{ мм}$$

$$\text{Принимаем } D_{0.2} = 226_{-2,4}^{+1,2} \text{ мм}$$

$$\text{Уточняем значение } Z_{3.1} = D_{1.2} - D_{0.2} = 229,4^{+0.185} - 226_{-2,4}^{+1,2} = 3,4_{-1,2}^{+2,585} \text{ мм}$$



Рисунок 7 – Размерная схема обработки пазов R25.4 мм.

$$Z_{3.3}^{\min} = 201 \text{ мкм}$$

$$Z_{3.3}^c = Z_{3.3}^{\min} + \frac{TD}{2} = 201 + \frac{103}{2} = 252.5 \text{ мкм} = 0.2525 \text{ мм}$$

$$D_{3.3} = K_3 = 280 \pm 0.033 \text{ мм}$$

$$D_{3.3}^c = 280 \text{ мм}$$

$$D_{3.2}^c = D_{3.3}^c - Z_{3.3}^c = 280 - 0.2525 = 279.7475 \text{ мм}$$

Принимаем

$$D_{3.2}^c = 279.75,$$

$$\text{уточняем значение } Z_{3.3} = D_{3.3} - D_{3.2} = 280_{-0.033}^{+0.033} - 279.75_{-0.035}^{+0.035} = 0.25_{-0.068}^{+0.068} \text{ мм}$$



Рисунок 8 – Размерная схема обработки паза 100 мм.

$$2 \cdot Z^{\min}_{4.1} = 276 \text{ мкм}$$

$$2 \cdot Z^c_{4.1} = 2 \cdot Z^{\min}_{4.1} + \frac{TD}{2} = 276 + \frac{307}{2} = 429,5 \text{ мкм} = 0,4295 \text{ мм}$$

$$D_{4.1} = K_5 = 100^{+0.087} \text{ мм}$$

$$D^c_{4.1} = D_{4.1} + \frac{БОД_{4.1} + НОД_{4.1}}{2} = 100 + \frac{0,087 + 0}{2} = 100,0435 \text{ мм}$$

$$D^c_{2.3} = D^c_{4.1} - Z^c_{4.1} = 100,0435 - 0,4295 = 99,614 \text{ мм}$$

$$D_{2.3} = D^c_{2.3} - \frac{TD}{2} = 99,614 - \frac{0,22}{2} = 99,504^{+0,22} \text{ мм}$$

Принимаем

$$D_{2.3} = 99,5^{+0,22}$$

$$\text{уточняем значение } Z_{4.1} = D_{4.1} - D_{2.3} = 100^{+0.087} - 99,5^{+0,22} = 0,5^{+0.087}_{-0.22} \text{ мм}$$



Рисунок 9 – Размерная схема обработки поверхности Ø280 мм.

$$2 \cdot Z^{\min}_{2.2} = 2128 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{2,2}^c = 2 \cdot Z_{2,2}^{\min} + \frac{TD}{2} = 2128 + \frac{4210}{2} = 4233 \text{ мкм} = 4,233 \text{ мм}$$

$$D_{2,2} = K_6 = 280 \pm 0,105 \text{ мм}$$

$$D_{2,2}^c = 280 \text{ мм}$$

$$D_{0,3}^c = Z_{2,2}^c + D_{2,2}^c = 4,233 + 280 = 284,233 \text{ мм}$$

Принимаем

$$D_{0,3}^c = 284, \text{ уточняем значение } Z_{2,2} = D_{0,3} - D_{2,2} = 284_{-1,3}^{+2,7} - 280_{-0,105}^{+0,105} = 4_{-1,405}^{+2,805} \text{ мм}$$

$$D_{0,3} = 284_{-1,3}^{+2,7} \text{ мм}$$

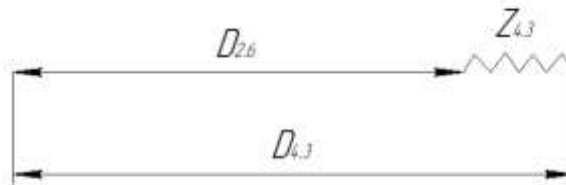


Рисунок 10 – Размерная схема обработки отверстия Ø60 мм

$$2 \cdot Z_{4,3}^{\min} = 334 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{4,3}^c = 2 \cdot Z_{4,3}^{\min} + \frac{TD}{2} = 334 + \frac{324}{2} = 496 \text{ мкм} = 0,496 \text{ мм}$$

$$D_{4,3} = K_7 = 60_{-0,074}^{+0,074} \text{ мм}$$

$$D_{4,3}^c = D_{4,3} + \frac{ВОД_{4,3} + НОД_{4,3}}{2} = 60 + \frac{0,074 + 0}{2} = 60,037 \text{ мм}$$

$$D_{2,6}^c = D_{4,3}^c - Z_{4,3}^c = 60,037 - 0,496 = 59,541 \text{ мм}$$

$$D_{2,6} = D_{2,6}^c - \frac{TD_{2,4}}{2} = 59,501 - \frac{0,25}{2} = 59,376 \text{ мм}$$

$$\text{Принимаем } D_{2,6} = 59,4_{-0,25}^{+0,25} \text{ мм}$$

$$\text{уточняем значение } Z_{4,3} = D_{4,3} - D_{2,6} = 60_{-0,074}^{+0,074} - 59,4_{-0,25}^{+0,25} = 0,6_{-0,25}^{+0,074} \text{ мм}$$

## 1.7 РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ В ОСЕВОМ НАПРАВЛЕНИИ

Формула для расчета минимальных припусков на обработку:

$$2Z_{\min} = 2(R_{Z_1} + h_1 + \rho) \quad (6)$$

Таблица 9 – Расчет припусков на обработку торца Ø320

Переходы обработки торца Ø320	Элементы минимального припуска, мкм			Минимальный припуск $Z_{1.1}^{\min}, \text{мкм}$
	Rz	h	$\rho$	
Подрезка: Черновая	300	400	515	2430

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя заготовки определяем по таблице 4.4 [1, с.64]:  $Rz + h = 300 + 400 = 700$  мкм.

Суммарное пространственное отклонение находим по формуле:

$$\rho_i = \sqrt{\rho_{\phi_{i-1}}^2 + \rho_{p_{i-1}}^2}, \quad (7)$$

где  $\rho_{\phi_{i-1}}$  – погрешность формы обрабатываемой поверхности;

$\rho_{p_{i-1}}$  – погрешность расположения обрабатываемой поверхности.

$$\rho_{\phi_{i-1}} = \Delta_{i-1} \cdot l$$

$l$  – Длина вылета заготовки из патрона;

Рассчитаем  $\rho_{\phi_{i-1}}$  для подрезки торца.

$$\rho_{p_{i-1}} = 500 \text{ мкм} [3, 72]$$

$$\rho_{\phi_{i-1}} = \Delta_{i-1} \cdot l = 0.6 \cdot 200 = 120 \text{ мкм},$$

$$\Delta_{i-1} = 0.6 [1, 186]$$

$$\rho_i = \sqrt{120^2 + 500^2} = 515 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск на подрезку торца, по формуле (6):

$$2Z_{1.1\min} = 2(300 + 400 + 515) = 2430 \text{ мкм} = 2,430 \text{ мм}$$

Таблица 10 - Расчет припусков на обработку торца Ø320

Переходы обработки торца Ø320	Элементы минимального припуска, мкм			Минимальный Припуск $Z_{2.2}^{\min}$ , мкм
	Rz	h	$\rho$	
Точение по контур: Черновая	300	400	500	2400

$$\rho_{p_{i-1}} = 500 \text{ мкм} [3, 72]$$

$$\rho_{\phi_{i-1}} = 0$$

$$Rz = 300 \text{ мкм}, h = 400 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2.2\min} = 2(300 + 400 + 500) = 2400 \text{ мкм} = 2,4 \text{ мм}$$

Таблица 11 - Расчет припусков на обработку торца Ø280

Переходы обработки торца Ø280	Элементы минимального припуска, мкм			Минимальный припуск $Z_{2.1}^{\min}$ , мкм
	Rz	h	$\rho$	
Подрезка: Черновая	300	400	400	2200

$$\rho_{p_{i-1}} = 400 \text{ мкм} [3, 72]$$

$$\rho_{\phi_{i-1}} = 0$$

$R_z=300\text{мкм}$ ,  $h=400\text{мкм}$

$$2Z_{2.2\min}=2(300+400+400)=2200\text{мкм}=2,2\text{мм}$$

Таблица 12 - Расчет припусков на обработку торца Ø230

Переходы растачивания отверстия Ø230	Элементы минимального припуска, мкм			Минимальный припуск $Z_{1,2}^{\min}$ , $Z_{3,1}^{\min}$ мкм
	Rz	h	ρ	
Растачивание: Черновое	300	400	523	2596
Чистовое	40	30	150	440

$$\rho_{p_{i-1}}=500 \text{ мкм [3, 72]}$$

$$\rho_{\phi_{i-1}}=\Delta_{\kappa} \cdot l = 1 \cdot 155 = 155 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{i-1}=0.6 \text{ [1, 186]}$$

$$\rho_i = \sqrt{155^2 + 500^2} = 523 \text{ мкм}$$

$$2Z_{1.2\min}=2(300+400+523)=2596 \text{ мкм}=2,596\text{мм}$$

$$\rho_{p_{i-1}}=155 \text{ мкм [3, 72]}$$

$$\rho_{\phi_{i-1}}=0$$

$R_z=40\text{мкм}$ ,  $h=30\text{мкм}$

$$2Z_{3.1\min}=2(40+30+150)=440\text{мкм}=4.4\text{мм}$$

Таблица 13 - Расчет припусков на обработку торца Ø70

Переходы растачивания отверстия Ø70	Элементы минимального припуска, мкм			Минимальный припуск $Z_{3,4}^{\min}$ , мкм
	Rz	h	ρ	
Растачивание Чистовое	40	30	40	220

$$2Z_{3.4\min}=2(40+50+43)=266 \text{ мкм}=0.266\text{мм}$$



$$2Z_{3.4\min}=2(40+30+40)=220 \text{ мкм}=0.22\text{мм}$$

Таблица 14 - Расчет припусков на фрезеровку

Переходы Фрезерование 100	Элементы минимального припуска, мкм			Минимальный припуск $Z_{4.1}^{\min}$
	Rz	h	$\rho$	
Фрезерование: Чистовое	20	60	60	280

$$2Z_{4.1\min}=2(20+60+60)=140 \text{ мкм}=0.32\text{мм}$$

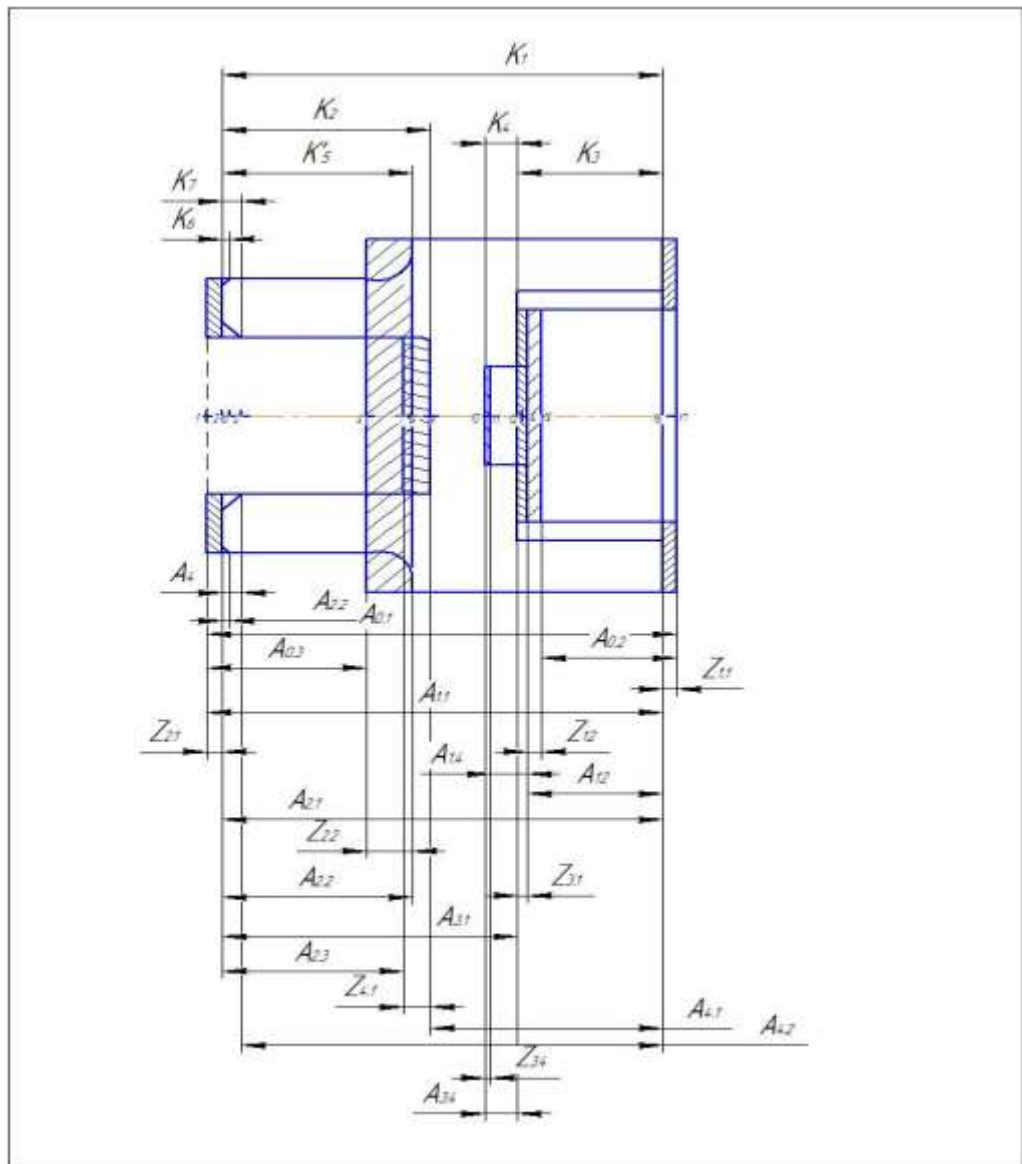


Рисунок 11 – Осевая размерная схема

Технологические размеры в осевом направлении определяем, используя размерную схему на рисунке 11.

Допуски на технологические размеры:

$$TA_{0.1} = 4$$

$$TA_{0.2} = 3,2$$

$$TA_{0.3} = 3,6$$

$$TA_{1.1} = 0,12$$

$$TA_{1.2} = 0,1$$

$$TA_{1.4} = 0,08$$

$$TA_{2.1} = 0,1$$

$$TA_{2.2} = 0,1$$

$$TA_{2.3} = 0,15$$

$$TA_{3.1} = 0,06$$

$$TA_{3.4} = 0,04$$

$$TA_{4.1} = 0,08$$

Расчёт начинаем с проверки условия:

$$TK_i \geq \sum TA_i, \quad (8)$$

Для размера  $K_2$  (см. рисунок 12):  $TK_2 = 0,2 \geq TA_{2.1} + TA_{4.1} = 0,1 + 0,08 = 0,18$  мм, т. е. размер  $K_2$  может быть обеспечен с заданной точностью.

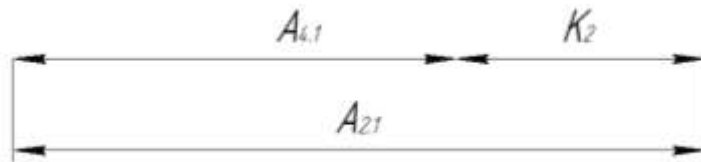


Рисунок 12 – Размерная схема для  $K_2$

Для размера  $K_3$  (см. рисунок 14):  $TK_3 = 0,2 \geq TA_{3.1} + TA_{2.1} = 0,06 + 0,1 = 0,16$  мм, размер  $K_3$  может быть обеспечен с заданной точностью.

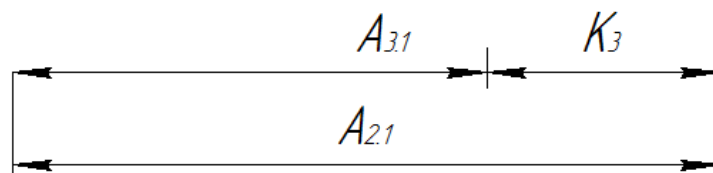


Рисунок 13 – Размерная схема для  $K_3$

Определяем технологический размер  $A_{2.1}$  из размерной цепи, представленной на рисунке 12.

$$A_{2.1} = K_1 = 330 \pm 0,05 \text{ мм}$$

$$A_{2.1}^c = \frac{A_{2.1}^{\max} + A_{2.1}^{\min}}{2} = \frac{330,05 + 329,95}{2} = 330 \text{ мм}$$

$$A_{2.1}^c = 330 \text{ мм}$$

$$K_2 = 130^{+0,2} \text{ мм}$$

$$K_2^c = \frac{K_2^{\max} + K_2^{\min}}{2} = \frac{130,2 + 130}{2} = 130,1$$

$$K_2^{\text{ср}} = 130,1 \text{ мм}$$

$$A_{4.1}^c = A_{2.1}^c - K_2^c = 330 - 130,1 = 199,9 \text{ мм}$$

$$A_{4.1} = A_{4.1}^c - \frac{TA_{4.1}}{2} = 199,9 - \frac{0,08}{2} = 199,86^{+0,08}$$

Определяем технологический размер  $A_{3.1}$  из размерной цепи, представленной на рисунке 13.

$$A_{2.1} = K_1 = 330 \pm 0,05 \text{ мм}$$

$$A_{2.1}^c = \frac{A_{2.1}^{\max} + A_{2.1}^{\min}}{2} = \frac{330,05 + 329,95}{2} = 330$$

$$A_{2.1}^c = 330 \text{ мм}$$

$$K_3 = 160^{+0,2} \text{ мм}$$

$$K_3^c = \frac{K_3^{\max} + K_3^{\min}}{2} = \frac{160,2 + 160}{2} = 160,1$$

$$K_3^{\text{ср}} = 160,1 \text{ мм}$$

$$A_{3.1}^c = A_{2.1}^c - K_3^c = 330 - 160,1 = 169,9 \text{ мм}$$

$$A_{3.1} = A_{3.1}^c - \frac{TA_{3.1}}{2} = 169,9 - \frac{0,06}{2} = 169,87 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{3.1} = 169,87^{+0,06} \text{ мм}$

Определяем технологический размер  $A_{1.1}$  из размерной цепи, представленной на рисунке 14.

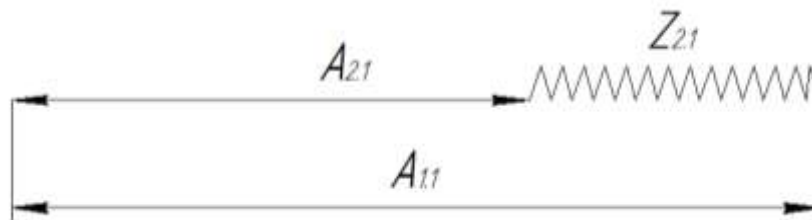


Рисунок 14 – Размерная схема для расчёта  $A_{1.1}$

$$A_{2.1} = K_1 = 330 \pm 0.05 \text{ мм}$$

$$A_{2.1}^c = \frac{A_{2.1}^{\max} + A_{2.1}^{\min}}{2} = \frac{330.05 + 329.95}{2} = 330$$

$$A_{2.1}^c = 330 \text{ мм}$$

$$Z_{2.1}^{\min} = 2.2$$

$$Z_{2.1}^c = Z_{2.1}^{\min} + \frac{TZ_{2.1}}{2} = 2.2 + \frac{0.2}{2} = 2.3 \text{ мм}$$

$$A_{1.1}^c = A_{2.1}^c + Z_{2.1}^c = 330 + 2.3 = 332.3 \text{ мм}$$

$$A_{1.1} = 332.3 \pm 0.06 \text{ мм}$$

Фактическое значение припуска:

$$Z_{2.1} = A_{1.1} - A_{2.1} = 332.3_{-0.06}^{+0.06} - 330_{-0.05}^{+0.05} = 2.3_{-0.11}^{+0.11} \text{ мм}$$

Определяем технологический размер  $A_{0.1}$  из размерной цепи, представленной на рисунке 15.

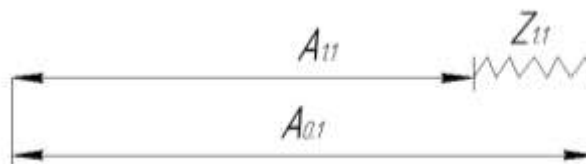


Рисунок 15 – Размерная схема для расчёта  $A_{0.1}$

$$A_{1.1}^c = 332.3 \text{ мм}$$

$$Z_{1.1}^{\min} = 2.43 \text{ мм}$$

$$Z_{1.1}^c = Z_{2.1}^{\min} + \frac{TZ_{2.1}}{2} = 2,43 + \frac{4,12}{2} = 4,49 \text{ мм}$$

$$A_{0.1}^c = A_{1.1}^c + Z_{1.1}^c = 332,3 + 4,49 = 336,79 \text{ мм}$$

Принимаем

$$A_{0.1}^c = 337 \text{ мм}$$

$$A_{0.1} = 337_{-1,2}^{+2,7} \text{ мм}$$

Фактическое значение припуска

$$Z_{1.1} = A_{0.1} - A_{1.1} = 337_{-1,2}^{+2,7} - 332,3_{-0,06}^{+0,06} = 4,7_{-1,26}^{+2,76} \text{ мм}$$

Определяем технологический размер  $A_{2.3}$  из размерной цепи, представленной на рисунке 16.

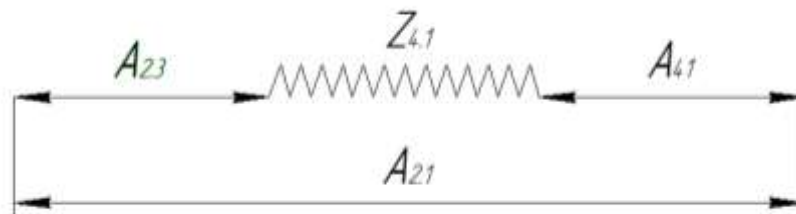


Рисунок 16 – Размерная схема для расчёта  $A_{2.3}$

$$A_{2.1}^c = 330 \text{ мм}$$

$$Z_{4.1}^{\min} = 0,28 \text{ мм}$$

$$Z_{4.1}^c = Z_{2.1}^{\min} + \frac{TZ_{2.1}}{2} = 0,28 + \frac{0,2}{2} = 0,38 \text{ мм}$$

$$A_{2.3}^c = A_{2.1}^c - A_{4.1}^c - Z_{4.1}^c = 330 - 199,9 - 0,38 = 129,72 \text{ мм}$$

$$A_{2.3} = A_{2.3}^c - \frac{TA_{2.3}}{2} = 129,72 - \frac{0,15}{2} = 129,645 \text{ мм}$$

$$A_{2.3} = 129,6_{-0,28}^{+0,15} \text{ мм}$$

Фактическое значение припуска

$$Z_{4.1} = A_{2.1} - A_{4.1} - A_{2.3} = 330_{-0,05}^{+0,05} - 199,86_{-0,08}^{+0,08} - 129,6_{-0,28}^{+0,15} = 0,54_{-0,28}^{+0,05} \text{ мм}$$

Определяем технологический размер  $A_{1.2}$  из размерной цепи, представленной на рисунке 17.

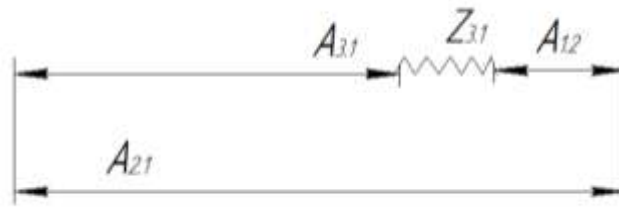


Рисунок 17 – Размерная схема для расчёта  $A_{1.2}$

$$A_{3.1}^c = 169.9 \text{ мм}$$

$$A_{2.1}^c = 330 \text{ мм}$$

$$Z_{3.1}^{\min} = 0.45 \text{ мм}$$

$$Z_{3.1}^c = 0.45 + \frac{0.15}{2} = 0.525 \text{ мм}$$

$$A_{1.2}^c = A_{2.1}^c - A_{3.1}^c - Z_{3.1}^c = 330 - 169.9 - 0.525 = 159.575 \text{ мм}$$

$$A_{1.2} = A_{1.2}^c - \frac{TA_{1.2}}{2} = 159.575 - \frac{0.1}{2} = 159.525 \text{ мм}$$

$$\text{Принимаем } A_{1.2} = 159.5^{+0.1} \text{ мм}$$

Фактическое значение припуска

$$Z_{3.1} = A_{2.1} - A_{3.1} - A_{1.2} = 330_{-0.05}^{+0.05} - 169.87_{-0.06}^{+0.06} - 159.5_{-0.1}^{+0.1} = 0.63_{-0.21}^{+0.05} \text{ мм}$$

Определяем технологический размер  $A_{0.2}$  из размерной цепи, представленной на рисунке 18.

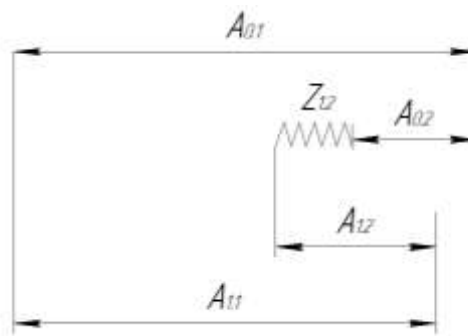


Рисунок 18 – Размерная схема для расчёта  $A_{0.2}$

$$A_{1.1}^c = 332.3 \text{ мм}$$

$$A_{0.1}^c = 337 \text{ мм}$$

$$A_{1.2}^c = 159.575 \text{ мм}$$

$$Z_{1.2}^{\min} = 2.446 \text{ мм}$$

$$Z_{1.2}^c = Z_{1.2}^{\min} + \frac{TZ}{2} = 2.446 + \frac{5.1}{2} = 4.996 \text{ мм}$$

$$A_{0.2}^c = A_{0.1}^c + A_{1.2}^c - A_{1.1}^c - Z_{1.2}^c = 337 + 159.575 - 332.3 - 4.996 = 159.279 \text{ мм}$$

$$A_{0.2} = A_{0.2}^c - \frac{TA}{2} = 159.279 - \frac{3.2}{2} = 157.679 \text{ мм}$$

Принимаем

$$A_{0.2} = 158_{-2.1}^{+1.1} \text{ мм}$$

Фактическое значение припуска

$$Z_{1.2} = A_{0.1} + A_{1.2} - A_{1.1} - A_{0.2} = 337_{-1.2}^{+2.7} + 159.5_{-0.1}^{+0.1} - 332.3_{-0.06}^{+0.06} - 158_{-2.1}^{+1.1} = 6.2_{-2.36}^{+4.96} \text{ мм}$$

Определяем технологический размер  $A_{3.1}$  из размерной цепи, представленной на рисунке 19.



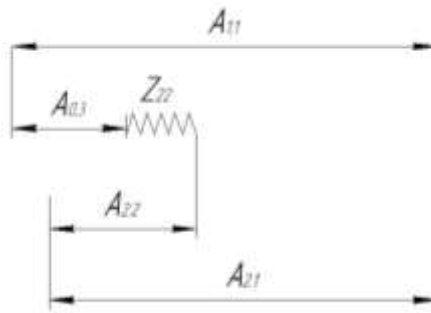


Рисунок 19 – Размерная схема для расчёта  $A_{0.3}$

$$A_{1.1}^c = 332,3 \text{ мм}$$

$$A_{2.2} = K_5 = 125^{+0,1} \text{ мм}$$

$$A_{2.2}^c = 125,05 \text{ мм}$$

$$A_{2.1}^c = 330 \text{ мм}$$

$$Z_{2.2}^{\min} = 2,4 \text{ мм}$$

$$Z_{1.2}^c = Z_{1.2}^{\min} + \frac{TZ_{1.2}}{2} = 2,4 + \frac{3,6}{2} = 4,2 \text{ мм}$$

$$A_{0.3}^c = A_{1.1}^c + A_{2.2}^c - A_{2.1}^c - Z_{2.2}^c = 332,3 + 125,05 - 330 - 4,2 = 123,15 \text{ мм}$$

Принимаем

$$A_{0.3} = 123_{-1,2}^{+2,4} \text{ мм}$$

Фактическое значение припуска

$$Z_{2.2} = A_{1.1} + A_{2.2} - A_{0.3} - A_{2.1} = 332,3_{-0,06}^{+0,06} + 125_{-0,1}^{+0,1} - 123_{-1,2}^{+2,4} - 330_{-0,05}^{+0,05} = 4,3_{-2,51}^{+1,41} \text{ мм}$$

Определяем технологический размер  $A_{1.4}$  из размерной цепи, представленной на рисунке 20.

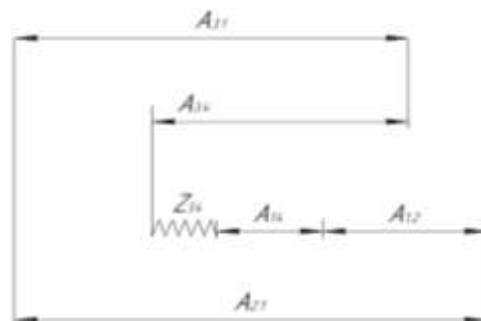


Рисунок 20 – Размерная схема для расчёта  $A_{1.4}$

$$A_{3,4}=K_4=15^{+0,04}$$

$$A^c_{3,4}=15,02\text{мм}$$

$$A^c_{3,1}=169,9 \text{ мм}$$

$$A^c_{1,2}=159,575\text{мм}$$

$$A^c_{2,1}=330\text{мм}$$

$$Z_{3,4}^{\min}=0,22\text{мм}$$

$$Z^c_{3,4} = Z_{3,4}^{\min} + \frac{TZ}{2} = 0,22 + \frac{0,18}{2} = 0,31\text{мм}$$

$$A^c_{1,4} = A^c_{2,1} + A^c_{3,4} - A^c_{3,1} - A^c_{1,2} - Z^c_{3,4} = 330 + 15,02 - 169,9 - 159,575 - 0,31 = 15,235\text{мм}$$

$$A_{1,4} = A^c_{1,4} - \frac{TA_{1,4}}{2} = 15,235 - \frac{0,08}{2} = 15,195\text{мм}$$

$$A_{1,4} = 15,2^{+0,08}\text{мм}$$

Фактическое значение припуска

$$Z_{3,4} = A_{2,1} + A_{3,4} - A_{3,1} - A_{1,2} - A_{1,4} = 330^{+0,05}_{-0,05} + 15^{+0,04} - 169,87^{+0,06} - 159,5^{+0,1} - 15,2^{+0,08} = 0,43^{+0,09}_{-0,23}\text{мм}$$

## 1.8 ВЫБОР СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ

### Многоцелевой токарно- фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ PUMA MX1600S

Основные данные:

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм:	
Максимальный обрабатывающий диаметр	540
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм	1020
Частота вращения шпинделя, и контршпинделя об/мин	6000
Число скоростей шпинделя	22
Подача суппорта, мм/мин:	
продольная	3 – 1200
поперечная	1,5 – 600
Число ступеней подач	Бесступенчатое регулирование
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	15
Габаритные размеры	
длина	3360
ширина	5200
высота	3300
Масса, кг	4000

## Проволочно-вырезной электроискровой станок AQ750LN.

Основные данные:

Подачи по осям X x Y x Z, мм	750 x 500 x 500
Подачи по U x V, мм	770 x 520
Максимальные размеры заготовки, мм	1050 x 750 x 500мм
Максимальная масса заготовки, кг	2500
Диаметр проволоки, мм	0,15 - 0.3
Минимальный шаг подачи (дискретность), мкм	0,01
Натяжение проволоки, Н	3 - 23
Макс. скорость промотки проволоки, м/мин	420
Расстояние между полом и плоскостью стола, мм	1000
Габаритные размеры станка, мм	2100 x 2860 x 2390
Установочные размеры станка, мм	3200 x 4160
Масса станка, кг	6500
Напряжение электр. сети	3 фазы, 380В, 50/60 Гц
Потребляемая мощность, кВт	12
Объем бака диэлектрика, л	1030
Давление сжатого воздуха, МПа	0,65

# Выбор режущего инструмента

## Проходной резец

D	C	L	N	R	32	32	P19
1	2	3	4	5	h	b	12



**DCLN**  
WALTER TURI  
WALTER CAPTI

Инструмент	Обозначение	h - h <sub>1</sub> mm	b mm	dm mm	f mm	l <sub>1</sub> mm	l <sub>2</sub> mm	Тип
	DCLN R/L 2020 K12	12	20	20	25	125	32,1	CN ... 1204 ...
	DCLN R/L 2525 M12	12	25	25	32	150	32,1	
	DCLN R/L 3225 P12	12	32	25	32	170	32,1	
	DCLN R/L 2525 M16	16	25	25	32	150	39,1	CN ... 1606 ...
	DCLN R/L 3225 P16	16	32	25	32	170	39,1	
	DCLN R/L 3232 P16	16	32	32	40	170	39,1	
DCLN R/L 3232 P19	19	32	32	40	170	43,5	CN ... 1906 ...	

1
3
2
4
5

**С** Зажим сверху


**D** Зажим сверху и через отверстие

**M** Зажим сверху и через отверстие

**P** Зажим через отверстие

**S** Винтовой зажим через отверстие

Способ крепления режущей пластины



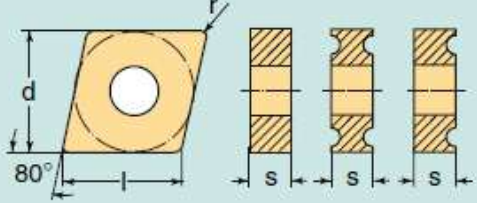
**X** Главный угол в плане, не регламентированный стандартом. Необходимы дополнительные данные.

Главный угол в плане

Основная форма режущей пластины	Задний угол режущей пластины	Исполнение державки
<b>C</b>	<b>B</b>	<b>R</b>
<b>D</b>	<b>C</b>	<b>L</b>
<b>R</b>	<b>E</b>	<b>N</b>
<b>S</b>	<b>F</b>	<b>N</b>
<b>T</b>	<b>N</b>	
<b>V</b>	<b>P</b>	
<b>W</b>		

## Пластина

C	N	M	M	19	06	24	NR6
1	2	3	4	5	6	7	12

CNMG CNMM						P				
		HC								
		d mm	l mm	s mm	r mm	WPP 01	WPP 05	WPP 10	WPP 20	WPP 30
Обозначение										
CNMM 190624 – NR 6		19,05	19,3	6,35	2,4			Δ	Δ	Δ

## Обозначения по стандарту ISO 1832

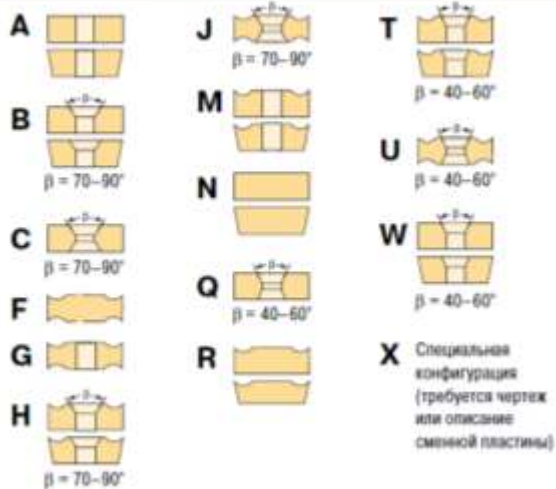
1	Форма пластин		
A		M	
B		O	
C		P	
D		R	
E		S	
H		T	
K		V	
L		W	

2	Задний угол		
A		F	
B		G	
C		N	
D		P	
E			

3	Допуски																																																				
	Допустимое отклонение в мм для																																																				
	<table><tr><th></th><th>d</th><th>m</th><th>s</th></tr><tr><td>A</td><td><math>\pm 0,025</math></td><td><math>\pm 0,005</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td></tr><tr><td>C</td><td><math>\pm 0,025</math></td><td><math>\pm 0,013</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td></tr><tr><td>E</td><td><math>\pm 0,025</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td></tr><tr><td>F</td><td><math>\pm 0,013</math></td><td><math>\pm 0,005</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td></tr><tr><td>G</td><td><math>\pm 0,025</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td><td><math>\pm 0,130</math></td></tr><tr><td>H</td><td><math>\pm 0,013</math></td><td><math>\pm 0,013</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td></tr><tr><td>J<sup>1</sup></td><td><math>\pm 0,05-0,15^2</math></td><td><math>\pm 0,005</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td></tr><tr><td>K<sup>1</sup></td><td><math>\pm 0,05-0,15^2</math></td><td><math>\pm 0,013</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td></tr><tr><td>L<sup>1</sup></td><td><math>\pm 0,05-0,15^2</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td></tr><tr><td>M</td><td><math>\pm 0,05-0,15^2</math></td><td><math>\pm 0,08-0,20^2</math></td><td><math>\pm 0,130</math></td></tr><tr><td>N</td><td><math>\pm 0,05-0,15^2</math></td><td><math>\pm 0,08-0,20^2</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td></tr><tr><td>U</td><td><math>\pm 0,08-0,25^2</math></td><td><math>\pm 0,13-0,38^2</math></td><td><math>\pm 0,130</math></td></tr></table>		d	m	s	A	$\pm 0,025$	$\pm 0,005$	$\pm 0,025$	C	$\pm 0,025$	$\pm 0,013$	$\pm 0,025$	E	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$	F	$\pm 0,013$	$\pm 0,005$	$\pm 0,025$	G	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$	$\pm 0,130$	H	$\pm 0,013$	$\pm 0,013$	$\pm 0,025$	J <sup>1</sup>	$\pm 0,05-0,15^2$	$\pm 0,005$	$\pm 0,025$	K <sup>1</sup>	$\pm 0,05-0,15^2$	$\pm 0,013$	$\pm 0,025$	L <sup>1</sup>	$\pm 0,05-0,15^2$	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$	M	$\pm 0,05-0,15^2$	$\pm 0,08-0,20^2$	$\pm 0,130$	N	$\pm 0,05-0,15^2$	$\pm 0,08-0,20^2$	$\pm 0,025$	U	$\pm 0,08-0,25^2$	$\pm 0,13-0,38^2$	$\pm 0,130$
	d	m	s																																																		
A	$\pm 0,025$	$\pm 0,005$	$\pm 0,025$																																																		
C	$\pm 0,025$	$\pm 0,013$	$\pm 0,025$																																																		
E	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$																																																		
F	$\pm 0,013$	$\pm 0,005$	$\pm 0,025$																																																		
G	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$	$\pm 0,130$																																																		
H	$\pm 0,013$	$\pm 0,013$	$\pm 0,025$																																																		
J <sup>1</sup>	$\pm 0,05-0,15^2$	$\pm 0,005$	$\pm 0,025$																																																		
K <sup>1</sup>	$\pm 0,05-0,15^2$	$\pm 0,013$	$\pm 0,025$																																																		
L <sup>1</sup>	$\pm 0,05-0,15^2$	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$																																																		
M	$\pm 0,05-0,15^2$	$\pm 0,08-0,20^2$	$\pm 0,130$																																																		
N	$\pm 0,05-0,15^2$	$\pm 0,08-0,20^2$	$\pm 0,025$																																																		
U	$\pm 0,08-0,25^2$	$\pm 0,13-0,38^2$	$\pm 0,130$																																																		
	<sup>1</sup> Пластины после заточки главных режущих кромок																																																				
	<sup>2</sup> В зависимости от размера пластины (см. стандарт ISO 1832)																																																				

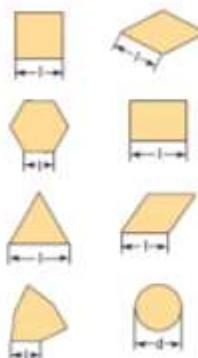
4

### Специальные характеристики резания и крепления



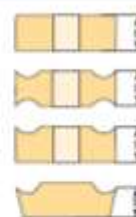
5

### Длина режущей кромки



6

### Толщина пластины



01	$s = 1,59$
T1	$s = 1,98$
02	$s = 2,38$
T2	$s = 2,78$
03	$s = 3,18$
T3	$s = 3,97$
04	$s = 4,76$
05	$s = 5,56$
06	$s = 6,35$
07	$s = 7,94$
09	$s = 9,52$

7

### Радиус закругления



01	$r = 0,1$
02	$r = 0,2$
04	$r = 0,4$
08	$r = 0,8$
12	$r = 1,2$
16	$r = 1,6$
24	$r = 2,4$



**00** для диаметра в дюймах, пересчитанного в мм.

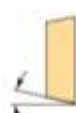
**M0** для метрического диаметра.

### Главный задний угол

### Главный угол в плане



A	$45^\circ$
D	$60^\circ$
E	$75^\circ$
F	$85^\circ$
P	$90^\circ$
Z	другой главный угол в плане



A	$3^\circ$
B	$5^\circ$
C	$7^\circ$
D	$15^\circ$
E	$20^\circ$
F	$25^\circ$
G	$30^\circ$
N	$0^\circ$
P	$11^\circ$
Z	другой задний угол



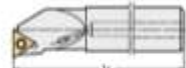





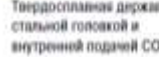











12













### Дополнительная информация изготовителя

Основная форма		Вид обработки		Негативная основная форма:		Позитивная основная форма:	
<b>N</b>	Негативная основная форма	<b>F</b>	Чистовая обработка	NF	NM 6	PF	PM 5
		<b>S</b>	Получистовая обработка	NF 3	NM 9	PF 4	PR 5
<b>P</b>	Позитивная основная форма	<b>M</b>	Получерновая обработка	NF 4	NR 4	PF 5	-2
				NS 6	NR 6	PS 4	
		<b>R</b>	Черновая обработка	NM	NR 8	PS 5	
				NM 4	-2	PM	
				NM 5	-3	PM 2	

## Расточной резец

<b>S</b>	<b>25</b>	<b>T</b>	<b>P</b>	<b>C</b>	<b>L</b>	<b>N</b>	<b>R</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>12</b>

1	2	3	5	7																						
<p><b>A</b> Стальные державка с внутренней подачей СОЖ</p> 	<p>Диаметр хвостовика в мм.</p> <p>Цифры после запятой не учитываются.</p> <p>Перед однозначными числами ставится «0».</p> 	<table><tr><td>32 = A</td><td>160 = N</td></tr><tr><td>40 = B</td><td>170 = P</td></tr><tr><td>50 = C</td><td>180 = Q</td></tr><tr><td>60 = D</td><td>200 = R</td></tr><tr><td>70 = E</td><td>250 = S</td></tr><tr><td>80 = F</td><td>300 = T</td></tr><tr><td>100 = H</td><td>350 = U</td></tr><tr><td>110 = J</td><td>400 = V</td></tr><tr><td>125 = K</td><td>450 = W</td></tr><tr><td>140 = L</td><td>специальная длина = X</td></tr><tr><td>150 = M</td><td>500 = Y</td></tr></table> 	32 = A	160 = N	40 = B	170 = P	50 = C	180 = Q	60 = D	200 = R	70 = E	250 = S	80 = F	300 = T	100 = H	350 = U	110 = J	400 = V	125 = K	450 = W	140 = L	специальная длина = X	150 = M	500 = Y	<p><b>C</b></p> 	<p><b>Задний угол α</b></p> <p><b>B</b></p> 
32 = A	160 = N																									
40 = B	170 = P																									
50 = C	180 = Q																									
60 = D	200 = R																									
70 = E	250 = S																									
80 = F	300 = T																									
100 = H	350 = U																									
110 = J	400 = V																									
125 = K	450 = W																									
140 = L	специальная длина = X																									
150 = M	500 = Y																									
<p><b>S</b> Стальные державка</p> 			<p><b>D</b></p> 	<p><b>C</b></p> 																						
<p><b>E</b> Твердосплавные державка со стальной головкой и внутренней подачей СОЖ</p> 			<p><b>R</b></p> 	<p><b>E</b></p> 																						
<p><b>C</b> Твердосплавные державка со стальной головкой</p> 			<p><b>S</b></p> 	<p><b>F</b></p> 																						
			<p><b>T</b></p> 	<p><b>N</b></p> 																						
			<p><b>V</b></p> 	<p><b>P</b></p> 																						
			<p><b>W</b></p> 																							
<p><b>Исполнение хвостовика</b></p>	<p><b>Диаметр хвостовика</b></p>	<p><b>Длина державки WALTER TURN</b></p>	<p><b>Основная форма сменной пластины</b></p>	<p><b>Задний угол сменной пластины</b></p>																						

4	6
Система крепления пластины	Главный угол в плане
<p><b>S</b> Выставкой зажим через отверстие</p>  <p><b>P</b> Зажим через отверстие</p>  <p><b>M</b> Зажим сверху и через отверстие</p>  <p><b>C</b> Зажим сверху</p> 	<p><b>40°</b></p>  <p><b>F</b></p> <p><b>45°</b></p>  <p><b>S</b></p> <p><b>75°</b></p>  <p><b>K</b></p> <p><b>90°</b></p>  <p><b>U</b></p> <p><b>95°</b></p>  <p><b>L</b></p> <p><b>60°</b></p>  <p><b>V</b></p> <p><b>107°</b></p>  <p><b>Q</b></p> <p><b>85°</b></p>  <p><b>Y</b></p>

## Пластины:

### Черновая расточка

<b>C</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>G</b>	<b>12</b>	<b>04</b>	<b>08</b>	<b>NR4</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>12</b>



### Чистовая

C	N	M	M	19	06	24	NF4
1	2	3	4	5	6	7	12

### Расточной резец

A	32	T	S	S	K	C	R12
1	2	3	4	5	6	7	

### Пластины:

#### Черновая расточка

S	C	M	T	12	04	08	RS5
1	2	3	4	5	6	7	12

#### Чистовая

S	C	M	T	12	04	08	PF4
1	2	3	4	5	6	7	12

### Фреза концевая



Инструмент	Обозначение	D <sub>0</sub> мм	d <sub>1</sub> мм	X <sub>1</sub> мм	X <sub>2</sub> мм	L <sub>0</sub> мм	Z	Кл. по Системе ISO 50	Тип
Хвостовик DIN 1835, Форма B	F 4038.W20.020.Z01.30	20	20	45	96	90	1	0,2	5
	F 4038.W25.025.Z02.37	25	25	50	107	97	2	0,3	10
	F 4038.W32.032.Z03.37	32	32	50	111	97	3	0,6	15








AD...0803...

[illegible]

<b>A</b>	<b>D</b>	<b>G</b>	<b>T</b>	<b>08</b>	<b>03</b>	<b>20</b>	<b>R</b>	<b>F56</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>12</b>

1 Форма пластин	2 Задний угол	3 Допуски																																							
		<p>Допустимое отклонение в мм для</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>d</th><th>t</th><th>s</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A <math>\pm 0,025</math></td><td><math>\pm 0,005</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td></tr> <tr> <td>C <math>\pm 0,025</math></td><td><math>\pm 0,013</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td></tr> <tr> <td>E <math>\pm 0,025</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td></tr> <tr> <td>F <math>\pm 0,013</math></td><td><math>\pm 0,005</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td></tr> <tr> <td>G <math>\pm 0,025</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td><td><math>\pm 0,130</math></td></tr> <tr> <td>H <math>\pm 0,013</math></td><td><math>\pm 0,013</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td></tr> <tr> <td>J<sup>1</sup> <math>\pm 0,05-0,15^2</math></td><td><math>\pm 0,005</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td></tr> <tr> <td>K<sup>1</sup> <math>\pm 0,05-0,15^2</math></td><td><math>\pm 0,013</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td></tr> <tr> <td>L<sup>1</sup> <math>\pm 0,05-0,15^2</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td></tr> <tr> <td>M <math>\pm 0,05-0,15^2</math></td><td><math>\pm 0,08-0,20^2</math></td><td><math>\pm 0,130</math></td></tr> <tr> <td>N <math>\pm 0,05-0,15^2</math></td><td><math>\pm 0,08-0,20^2</math></td><td><math>\pm 0,025</math></td></tr> <tr> <td>U <math>\pm 0,06-0,25^2</math></td><td><math>\pm 0,13-0,38^2</math></td><td><math>\pm 0,130</math></td></tr> </tbody> </table> <p><sup>1</sup> Пластин после заточки главной режущей кромки  <sup>2</sup> В зависимости от размера пластины (см. стандарт ISO 1832)</p>	d	t	s	A $\pm 0,025$	$\pm 0,005$	$\pm 0,025$	C $\pm 0,025$	$\pm 0,013$	$\pm 0,025$	E $\pm 0,025$	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$	F $\pm 0,013$	$\pm 0,005$	$\pm 0,025$	G $\pm 0,025$	$\pm 0,025$	$\pm 0,130$	H $\pm 0,013$	$\pm 0,013$	$\pm 0,025$	J <sup>1</sup> $\pm 0,05-0,15^2$	$\pm 0,005$	$\pm 0,025$	K <sup>1</sup> $\pm 0,05-0,15^2$	$\pm 0,013$	$\pm 0,025$	L <sup>1</sup> $\pm 0,05-0,15^2$	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$	M $\pm 0,05-0,15^2$	$\pm 0,08-0,20^2$	$\pm 0,130$	N $\pm 0,05-0,15^2$	$\pm 0,08-0,20^2$	$\pm 0,025$	U $\pm 0,06-0,25^2$	$\pm 0,13-0,38^2$	$\pm 0,130$
d	t	s																																							
A $\pm 0,025$	$\pm 0,005$	$\pm 0,025$																																							
C $\pm 0,025$	$\pm 0,013$	$\pm 0,025$																																							
E $\pm 0,025$	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$																																							
F $\pm 0,013$	$\pm 0,005$	$\pm 0,025$																																							
G $\pm 0,025$	$\pm 0,025$	$\pm 0,130$																																							
H $\pm 0,013$	$\pm 0,013$	$\pm 0,025$																																							
J <sup>1</sup> $\pm 0,05-0,15^2$	$\pm 0,005$	$\pm 0,025$																																							
K <sup>1</sup> $\pm 0,05-0,15^2$	$\pm 0,013$	$\pm 0,025$																																							
L <sup>1</sup> $\pm 0,05-0,15^2$	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$																																							
M $\pm 0,05-0,15^2$	$\pm 0,08-0,20^2$	$\pm 0,130$																																							
N $\pm 0,05-0,15^2$	$\pm 0,08-0,20^2$	$\pm 0,025$																																							
U $\pm 0,06-0,25^2$	$\pm 0,13-0,38^2$	$\pm 0,130$																																							

6	Толщина пластины	7	Радиус закругления		
					
01 $s = 1,50$		02 $r = 0,2$			
T1 $s = 1,98$		04 $r = 0,4$			
T2 $s = 2,38$		08 $r = 0,8$			
T3 $s = 3,18$		12 $r = 1,2$			
T4 $s = 3,97$		16 $r = 1,6$			
T5 $s = 4,76$		24 $r = 2,4$			
T6 $s = 5,56$					
T7 $s = 6,35$					
T8 $s = 7,94$					
T9 $s = 9,52$					
		<p>00 для диаметра в дюймах, пересчитанного в мм.</p> <p>М0 для метрического диаметра.</p>			
		<p>Главный угол в плане <math>\alpha_x</math></p> 			
		<p>Задний угол режущей кромки</p> 			
		<p> <math>A = 45^\circ</math>  <math>D = 60^\circ</math>  <math>E = 75^\circ</math>  <math>F = 85^\circ</math>  <math>P = 90^\circ</math>  <math>Z = \text{другой главный угол в плане}</math> </p>			
		<p> <math>A = 3^\circ</math>  <math>B = 5^\circ</math>  <math>C = 7^\circ</math>  <math>D = 15^\circ</math>  <math>E = 20^\circ</math>  <math>F = 25^\circ</math>  <math>G = 30^\circ</math>  <math>N = 0^\circ</math>  <math>P = 11^\circ</math>  <math>Z = \text{другой задний угол}</math> </p>			

9 Направление резания

The diagram illustrates three cutting directions on a workpiece with a central hole. In the first case, labeled 'R', the tool is positioned to the right of the hole and moves to the left, indicated by an arrow. In the second case, labeled 'L', the tool is to the left of the hole and moves to the right, indicated by an arrow. In the third case, labeled 'N', the tool is positioned below the hole and moves horizontally, indicated by two arrows pointing outwards.

4 Специальные характеристики реза и крепления		5 Длина режущей кромки	
<b>A</b>		<b>J</b>	
<b>B</b>		<b>M</b>	
<b>C</b>		<b>N</b>	
<b>F</b>		<b>Q</b>	
<b>G</b>		<b>R</b>	
<b>H</b>		<b>T</b>	
		<b>U</b>	
		<b>W</b>	
		<b>X</b>	Требуется чертеж или точное описание сменной пластины

12	Дополнительная информация изготовителя	
<p>Код ISO состоит из 9 символов, 8-й и/или 9-й символы используются только по мере необходимости. К коду ISO изготовитель может через дефис добавить другие символы (например, для обозначения формы стружколома).</p>		
	Фрезерование	
A 25	F 57	
A 27	F 67	
A 51	G 56	
A 57	G 85	
A 88	G 88	
D 51	K 85	
D 55	K 88	
D 88	L 55	
D 57		
F 27		
F 55		
F 56		

## 1.9 РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

### Токарно-фрезерная операция с ЧПУ: обтачивание поверхности Ø320 мм

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – Т15К6.

Геометрические элементы лезвия трёхгранной пластинки:

$$\varphi = 93; \varphi_1 = 27.$$

1. Глубина резания:  $t = Z^C = 5,7 \text{ мм}$ .

2. Подача по таблице 11 [4, с.266] для данной глубины резания:

$$s = 0,3 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

(8)

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=45 \text{ мин}$ .

Значения коэффициентов:  $C_v = 350$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$  – определены по таблице 17 [4, с.269].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}, \quad (9)$$

где  $K_{MV}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$  – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$  – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1, 5, 6 [4, с.261]:

$$K_{MV} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}. \quad (10)$$

Значение коэффициента  $K_r$  и показатель степени  $n_v$  для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали 30ХГСА берем из таблицы 2 [4, с.262]:  $K_r = 1,1$ ,  $n_v = 1,0$ ;

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot \left( \frac{750}{600} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{600} \right)^1 = 1,25.$$

$$K_{MV} = 1,25; K_{ПV} = 0,9; K_{ИV} = 1,0.$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,25 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,125.$$

Скорость резания, формула (8):

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{350}{45^{0,2} \cdot 5,7^{0,15} \cdot 0,3^{0,35}} \cdot 1,125 = 219 \text{ м / мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 219}{3,14 \cdot 325,7} = 214 \text{ об / мин.}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 200 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 325,7 \cdot 200}{1000} = 204 \text{ м / мин.}$$

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (11)$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 300$ ;  $n = -0,15$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по таблице 22 [4, с.273].

Глубина резания в формуле:  $t = 5,7 \text{ мм.}$

Коэффициент  $K_p$ :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{\Gamma P} \quad (12)$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9, 23 [4, с.264]:

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,85.$$

$$K_{MP} = 0,85; K_{\phi P} = 0,89; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,0; K_{\Gamma P} = 0,93.$$

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 0,85 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,7.$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 7,815^{0,15} \cdot 0,3^{0,35} \cdot 204^{-0,15} \cdot 0,7 = 83,538 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{83,538 \cdot 204}{1020 \cdot 60} = 0,278 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,278}{0,75} = 0,37 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{ст} \cdot \eta;$$

$$0,37 \leq 15 \cdot 0,75$$

$$0,37 < 11,25$$

где  $N_{ст}$  – мощность электродвигателя главного привода станка.

### **Сверлильная операция: отверстие Ø 20мм**

Материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5.

1. Глубина резания  $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 20 = 10 \text{ мм}$

2. Подача по таблице 25 [4, с.277]:  $S = 0,25 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, (16)$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 30 [4, с.279]:  
 $T = 45 \text{ мин.}$

Значения коэффициентов:  $C_v = 7,0$ ;  $q = 0,4$ ;  $m = 0,2$ ;  $y = 0,7$  – определены по таблице 28 [4, с.278].

Коэффициент  $K_V$ :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV}, \quad (17)$$

где  $K_{IV}$  - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot \left( \frac{750}{600} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{600} \right)^{0,9} = 1,22.$$

Значение коэффициента  $K_{\Gamma}$  и показатель степени  $n_v$  для сверла из быстрорежущей стали при обработке заготовки из стали 30ХГСА берем из таблицы 2 [4, с.262]:  $K_{\Gamma} = 1,0$ ,  $n_v = 0,9$ .

По таблице 6 [4, с.263]  $K_{IIV} = 1,0$ .

По табл. 31 [4, с.280]:  $K_{IV} = 1$ .

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV} = 1,22 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,22.$$

Скорость резания, формула (16):

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{7,0 \cdot 20^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,25^{0,7}} \cdot 1,22 = 43,89 \text{ м/мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 43,89}{3,14 \cdot 20} = 698,8 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка и размеров заготовки:

$$n_{\text{ст}} = 650 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 650}{1000} = 40,8 \text{ м/мин}$$

6. Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P. \quad (18)$$

Значения коэффициентов:  $C_M = 0,0345$ ;  $q = 2,0$ ;  $y = 0,8$  – определены по таблице 32 [4, с. 281].

$$\text{Коэффициент } K_P = K_{MP} = 0,85$$

Крутящий момент, формула (18):

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 20^2 \cdot 0,25^{0,8} \cdot 0,85 = 38,7 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

7. Определяем осевую силу по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (19)$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 68$ ;  $q = 0,3$ ;  $y = 0,7$  – определены по таблице 32 [4, с.281].

Осевая сила по формуле (19):

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 20^{0,3} \cdot 0,25^{0,7} \cdot 0,85 = 535 \text{ Н}.$$

8. Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n_{\phi}}{9750} = \frac{38,7 \cdot 650}{9750} = 2,58 \text{ кВт}.$$

Мощность электродвигателя станка 15 кВт, она достаточна для выполнения операции.

### **Фрезерная операция: Фрезерование паза В=100мм, t=130мм**

Характеристика режущего инструмента:

Концевая фреза  $D_f=40\text{мм}$ ,  $z = 1$ ,  $L_c= 178 \text{ мм}$ .

1. Определяем глубину и ширину фрезерования:

$$t = 129,6\text{мм}.$$

$$B = 99,6\text{мм}$$

Для фрезерования в сплошном материале, принимаем глубину резания  $t=5\text{мм}$ , за один проход.

2. Определяем подачу на зуб фрезы по таблице 33 [4, с.283]:

$$S_z = 0,25 \text{ мм/зуб}.$$

3. Скорость резания определим по формуле, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v \quad (20)$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [4, с.290]:

$$T=120 \text{ мин}.$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 740$ ;  $q = 0,2$ ;  $x = 0,4$ ;  $m = 0,35$ ;  $y = 0,4$ ;  $u = 0$ ;

$p = 0$  – определены по таблице 39 [4, с.286].

Коэффициент  $K_v$  определяется по формуле (9):

$$K_{MV} = 1,25; K_{PV} = 0,9; K_{IV} = 1,0.$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1,25 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,125.$$

Скорость резания, формула (20):

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{740 \cdot 40^{0,2}}{120^{0,35} \cdot 5^{0,4} \cdot 0,25^{0,4} \cdot 99,6^0 \cdot 8^0} = 264 \text{ м/мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 264}{3,14 \cdot 40} = 21016 \text{ об/мин}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{ст} = 2000 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 2000}{1000} = 251,2 \text{ м/мин}$$

6. Определяем минутную подачу:

$$S_m = S_z \cdot Z \cdot n_{ст} = 0,25 \cdot 1 \cdot 2000 = 500$$

$$S_{Мст} = 500 \text{ мм/мин.}$$

$$S_{Zфак} = \frac{S_{м.ст}}{Z \cdot n_{ст}} = \frac{500}{2000} = 0,25 \text{ мм/зуб}$$

7. Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} \quad (21)$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 250$ ;  $x = 0,9$ ;  $y = 0,8$ ;  $u = 1,1$ ;  $q = 1,1$ ;  $w = 0,3$  – определены по таблице 41 [4, с.291].

По табл. 9 [4, с.264]:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{600}{750} \right)^{0,3} = 0,94.$$

Окружная сила, формула (21):

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} = \frac{10 \cdot 250 \cdot 5^{0,9} \cdot 0,25^{0,8} \cdot 99,6^{0,8} \cdot 1}{40^{1,1} \cdot 2000^{0,3}} = 129,36 \text{ Н.}$$



8. Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D_\phi}{2 \cdot 100} = \frac{129,36 \cdot 40}{2 \cdot 100} = 25,8 H \cdot м$$

9. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{129,36 \cdot 251,2}{1020 \cdot 60} = 0,5 кВт$$

Мощность электродвигателя станка 15 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Остальные режимы резания выбираем по рекомендациям.

## 1.10 РАСЧЕТ НОРМ ВРЕМЕНИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

### Расчет основного времени

#### Токарная операция

Обтачивание поверхности Ø320:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m},$$

где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_{вр} = t \cdot tg\varphi$  – длина врезания инструмента в заготовку, мм;

$l_{пер}$  – длина перебега инструмента, мм;

$l_{подв}$  – длина подвода инструмента к заготовке, мм (1 ÷ 3 мм);

$i$  – число рабочих ходов;

$S_m$  – минутная подача, мм/мин.

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(205 + 5,7 + 11 + 2 + 2) \cdot 1}{60} = 3,5 мин$$

#### Фрезерная операция

$$t_o = \frac{(l + l_{ep} + l_{nep} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{1023 \cdot 16}{500} = 32_{мин}$$

### **Сверлильная операция**

$$t_o = \frac{(l + l_{ep} + l_{nep} + l_{подв}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(40 + 1 + 1 + 2) \cdot 1}{0,08 \cdot 600} = 0,9_{мин}$$

$$l_{ep} = 0,5 \cdot D_{св} \cdot ctg \varphi = 6_{мин}$$

### **Расчет вспомогательного времени**

$$t_b = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм};$$

$t_{уст}$  - время на установку и снятие детали;

$t_{упр}$  - время на управление станком;

$t_{изм}$  - время измерения детали.

005 Токарно - фрезерная с ЧПУ

$$t_b = t_{уст} + t_{упр} = 3,5 + 0,15 = 3,65 \text{ мин}$$

010 Токарно - фрезерная с ЧПУ

$$t_b = t_{уст} + t_{упр} = 3,5 + 0,15 = 3,65 \text{ мин}$$

015 Фрезерная с ЧПУ

$$t_b = t_{уст} + t_{упр} = 32 + 0,15 = 32,15 \text{ мин}$$

020 Токарно - фрезерная с ЧПУ

$$t_b = t_{уст} + t_{упр} = 3,5 + 0,15 = 3,65 \text{ мин}$$

025 Токарно - фрезерная с ЧПУ

$$t_b = t_{уст} + t_{упр} = 3,5 + 0,15 = 3,65 \text{ мин}$$

035 Слесарная

$$t_b = t_{уст} + t_{упр} = 0,9 + 0,15 = 1,05 \text{ мин}$$

## Расчет оперативного времени

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}};$$

$t_{\text{оп}}$  – оперативное время

$t_{\text{осн}}$  – основное время

$t_{\text{в}}$  – вспомогательное время

005 Токарно - фрезерная с ЧПУ

$$t_{\text{оп}} = 3,5 + 3,65 = 7,15 \text{мин}$$

010 Токарно - фрезерная с ЧПУ

$$t_{\text{оп}} = 3,5 + 3,65 = 7,15 \text{мин}$$

015 Фрезерная с ЧПУ

$$t_{\text{оп}} = 32 + 32,15 = 64,15 \text{мин}$$

020 Токарно - фрезерная с ЧПУ

$$t_{\text{оп}} = 3,5 + 3,65 = 7,15 \text{мин}$$

025 Токарно - фрезерная с ЧПУ

$$t_{\text{оп}} = 3,5 + 3,65 = 7,15 \text{мин}$$

035 Слесарная

$$t_{\text{оп}} = 0,9 + 1,05 = 1,95 \text{мин}$$

## Расчет времени на обслуживание рабочего места

$$t_{\text{обс}} = a \times t_{\text{оп}};$$

$t_{\text{оп}}$  – оперативное время

$t_{\text{обс}}$  – время на обслуживание рабочего места

$a$  – техническое и организационное время

005 Токарно - фрезерная с ЧПУ

$$t_{\text{обс}} = 0,05 \times 7,15 = 0,36 \text{мин}$$

010 Токарно - фрезерная с ЧПУ

$$t_{\text{обс}} = 0,05 \times 7,15 = 0,36 \text{мин}$$

015 Фрезерная с ЧПУ

$$t_{\text{обс}} = 0,05 \times 64,15 = 3,20 \text{мин}$$

020 Токарно - фрезерная с ЧПУ

$$t_{\text{обс}} = 0,05 \times 7,15 = 0,36 \text{мин}$$

025 Токарно - фрезерная с ЧПУ

$$t_{\text{обс}} = 0,05 \times 7,15 = 0,36 \text{мин}$$

035 Слесарная

$$t_{\text{обс}} = 0,05 \times 1,95 = 0,10 \text{мин}$$

### **Расчет времени на отдых**

$$t_{\text{отд}} = t_{\text{п}} \times t_{\text{оп}};$$

$t_{\text{отд}}$  – время на отдых

$t_{\text{п}}$  – время потребности

$t_{\text{оп}}$  – оперативное время

005 Токарно - фрезерная с ЧПУ

$$t_{\text{отд}} = 0,01 \times 7,15 = 0,07 \text{ мин}$$

010 Токарно - фрезерная с ЧПУ

$$t_{\text{отд}} = 0,01 \times 7,15 = 0,07 \text{ мин}$$

015 Фрезерная с ЧПУ

$$t_{\text{отд}} = 0,01 \times 64,15 = 0,64 \text{ мин}$$

020 Токарно - фрезерная с ЧПУ

$$t_{омд} = 0,01 \times 7,15 = 0,07 \text{ мин}$$

025 Токарно - фрезерная с ЧПУ

$$t_{омд} = 0,01 \times 7,15 = 0,07 \text{ мин}$$

035 Слесарная

$$t_{омд} = 0,01 \times 1,95 = 0,02 \text{ мин}$$

### Определение штучно – калькуляционного времени

$$t_{шк} = t_o + t_{\epsilon} + t_{обс} + t_n + \frac{t_{пз}}{n};$$

$t_{шк}$  – штучно-калькуляционное время

$t_o$  – основное время обработки

$t_{\epsilon}$  – вспомогательное время

$t_{обс}$  - время на обслуживание рабочего места

$t_n$  - время потребности (0,01 мин)

$t_{пз} = t_{смены}$  - подготовительно – заключительное время (8ч = 480мин)

$n$  – годовая программа выпуска деталей (2000 шт.)

005 Токарно - фрезерная с ЧПУ

$$t_{шк} = 3,5 + 3,65 + 0,36 + 0,01 + \frac{480}{2000} = 7,52 \text{ мин}$$

010 Токарно - фрезерная с ЧПУ

$$t_{шк} = 3,5 + 3,65 + 0,36 + 0,01 + \frac{480}{2000} = 7,52 \text{ мин}$$

015 Фрезерная с ЧПУ

$$t_{шк} = 32 + 32,15 + 3,20 + 0,01 + \frac{480}{2000} = 67,6 \text{ мин}$$

020 Токарно - фрезерная с ЧПУ

$$t_{шк} = 3,5 + 3,65 + 0,36 + 0,01 + \frac{480}{2000} = 7,52 \text{ мин}$$

025 Токарно - фрезерная с ЧПУ

$$t_{\text{шк}} = 3,5 + 3,65 + 0,36 + 0,01 + \frac{480}{2000} = 7,52 \text{ мин}$$

035 Слесарная

$$t_{\text{шк}} = 0,9 + 1,05 + 0,10 + 0,01 + \frac{480}{2000} = 2,3 \text{ мин}$$

## **2.КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ**

## 2.1 Анализ исходных данных

В качестве технологической приспособление была выбрана специальная оснастка для сверлильной операции на универсальном сверлильном станке.

Техническое задание на проектирование специальной оснастки приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Оснастка для установки и закрепления детали «обойма перемешивателя» на универсальном вертикально сверлильном
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «обойма перемешивателя».
Цель и назначение разработки	Проектируемая оснастка должна обеспечить: точную установку и надежное закрепление детали «обойма перемешивателя» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	<u>Тип производства</u> – мелкосерийный <u>Программа выпуска</u> - 2000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны быть универсальное для станка.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специальной оснастки, спецификация.

## 2.2 Описание и принцип работы оснастки

Специальная оснастка (рисунок 2.1) разработана для сверления отверстия под коническую резьбу **K1/4"** на универсальном сверлильном станке.

Сборка оснастки производится в следующем порядке: в призму(1) снизу устанавливаются Т-образные болты(10,13). Шток(2) навинчивается на Т-



образный болт(13) и затягивается. Данная оснастка устанавливается на стол универсального сверлильного станка и закрепляется с помощью Т-образных болтов.

Деталь надевается на шток(2) и отпускается в призму(1). Сверху вставляется кондуктор(3), после деталь следует придавить к упору(4) и кондуктор(3) затягивается болтом(6) через шайбу (7)

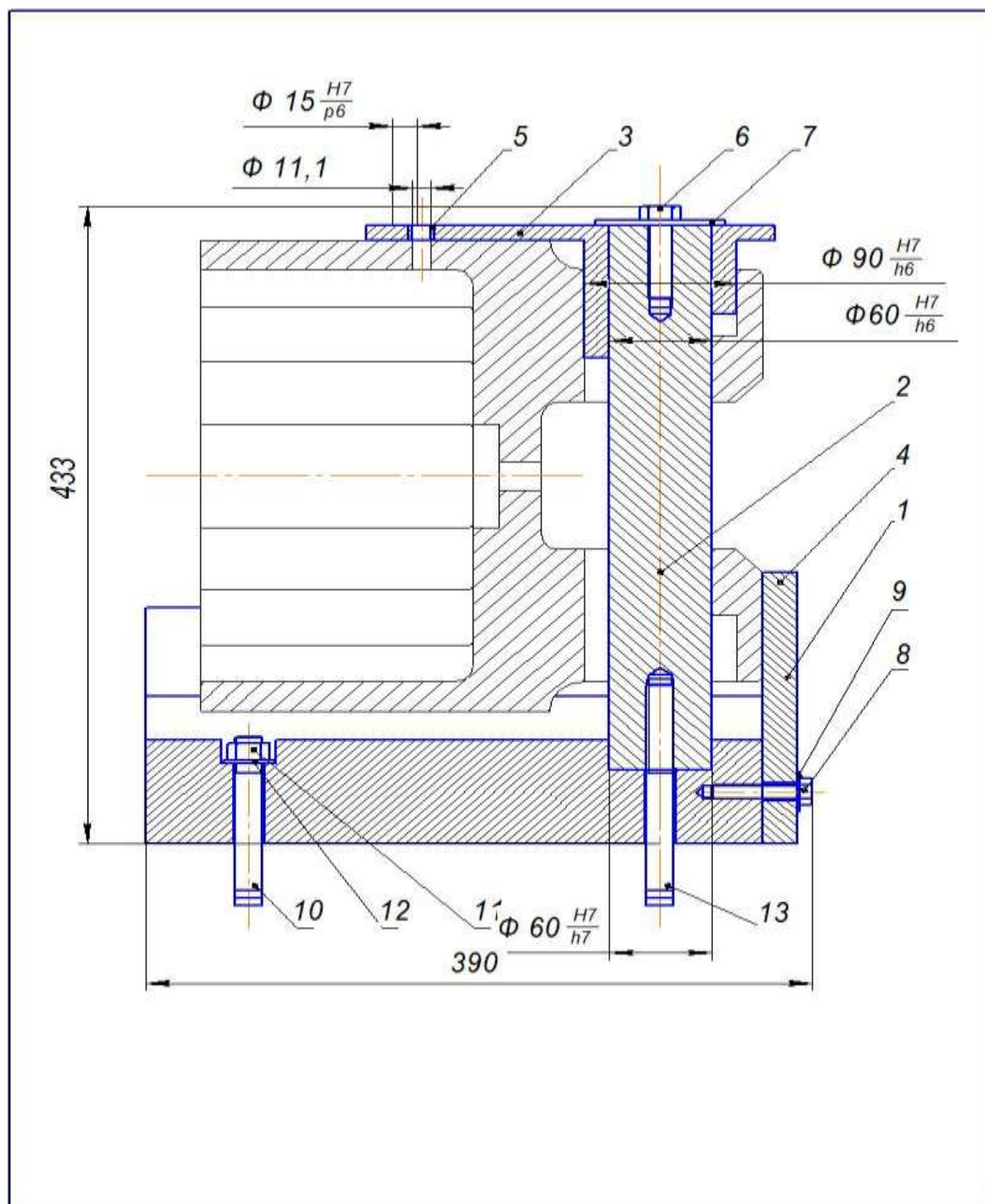


Рисунок 2.1 – Оснастка с деталью

## 2.3 Расчет момента затяжки резьбового соединения

Сила затяжки имеет большое значение для прочности и работоспособности резьбового соединения. Особенно ответственной является затяжка резьбовых соединений малого диаметра ( $d \leq 12$  мм), которые могут быть перетянуты (надорваны) при монтаже. Поэтому наряду с неконтролируемой затяжкой (для неответственных соединений), применяют – контролируемую:

1. Измерением момента при завинчивании болта динамометрическим или предельными ключами. Погрешность  $\pm 25\%$ .
2. Измерением удлинения болта, обеспечивающим повышенную точность, но трудным в исполнении.
3. Измерением угла поворота болта.
4. Измерением осадки специальных подкладных шайб.

При затяжке резьбового соединения необходимо преодолеть момент сопротивления в резьбе  $T_p$  и на торце болта  $T_T$ .

Данные берем из таблиц 2.2; 2.3; 2.4.

**Момент сопротивления в резьбе, Нм:**

$$T_p = F_3 \cdot \frac{d_2}{2} \cdot (\psi + \varphi')$$

Здесь  $F_3$ - сила затяжки **Нм**;  $d_2$ - средний диаметр резьбы, мм;  $\psi$  – угол подъема витка резьбы,  $\psi = \frac{p}{\pi d_2}$ ;  $n_0$ - число заходов резьбы;  $\varphi' = f'$  – коэффициент трения резьбы(0,4).

$$T_p = 80.0 \cdot \frac{12,701}{2} \cdot (0,05 + 0,4) = 25.920 \text{ Нм}$$

**Момент от сил трения на торце, Н.мм:**

$$T_T = F_3 \cdot f \cdot \frac{D_T}{2}$$

где,  $D_T$ - диаметр трения, мм  $D_T \approx 1,4 \cdot d$

$$T_T = 80,0 \cdot 0,4 \cdot \frac{19,6}{2} = 313,6 \text{ Нм}$$

Диаметр трения при сплошном торце, мм  $D_T = \frac{2}{3} \cdot D$

$$D_T = \frac{2}{3} \cdot 24.49 = 16,32 \text{ мм}$$

При контролируемой затяжке момент» на ключе» находят, Н.м

$$T_{\text{кл}} = F_3 \cdot \frac{d_2}{2000} \cdot [ \text{tg} ( \psi + \varphi' ) + f \cdot \frac{D_T}{d_2} ]$$

$$T_{\text{кл}} = 80.0 \cdot \frac{12,701}{2000} \cdot [ \text{tg} ( 0,05 + 0,4 ) + 0,4 \cdot \frac{19,6}{12,701} ] = 23.5 \text{ Нм}$$

**Момент затяжки болта (6) составляет 23.5 Нм**

Таблица 2.2

Крутящий момент Нм для затяжки болтов без покрытия					
Диаметр резьбы	Класс прочности болта				
М × Шаг	4.6	5.8	8.8	10.9	12.9
14 × 2.0	48.0	80.0	128.0	181.0	217.0

Таблица 2.3

Классы прочности и материалы стандартных крепежных изделий	
Класс прочности	Марка стали
4.6	20
5.8	10, 10кп, 20, 20кп
8.8	35, 35Х, 35ХА, 45Г
10.9	16ХСН, 20Г2Р
12.9	40ХНМА

Таблица 2.4

Шаг резьбы Р	Диаметр резьбы		
	наружный	средний	внутренний
2.0	14	12,701	11,835

### **3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

# ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
38ЛЗ1	Амелин Владимир Владимирович

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение	Автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

## Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость расходных материалов
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Коэффициенты для расчета заработной платы
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	- отчисления во внебюджетные фонды (27,1%) - расчет дополнительной заработной платы (15%)

## Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	- потенциальные потребители результатов исследования; - анализ конкурентных технических решений; - SWOT – анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	- структура работ в рамках научного исследования; - определение трудоемкости выполнения работ; - разработка графика проведения научного исследования; - бюджет научно – технического исследования
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определение интегрального показателя эффективности.

## Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

## Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Старикова Екатерина Васильевна			

## Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
38ЛЗ1	Амелин Владимир Владимирович		

### **3.1 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

В данном разделе рассматривается конкурентоспособность производства изделия «обойма перемешивателя», а также показатели ресурсоэффективности и ресурсосбережения данного проекта.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» будут рассмотрены:

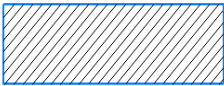
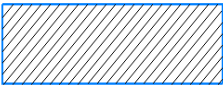

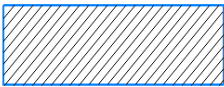


- потенциальные потребители результатов исследования;
- анализ конкурентных технических решений;
- SWOT - анализ – структура работ в рамках научного исследования;
- график проведения научного исследования;
- бюджет научно-технического исследования (НТИ).

### **3.2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

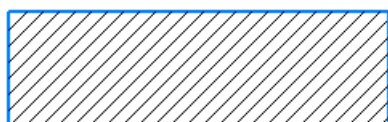
#### **3.2.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Чтобы определить потенциальных потребителей данной разработки, необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. Сегментирование рынка по разработке технологии производства изделия "обойма перемешивателя": размер и возможности станочного комплекса.

Таблица 3.1 – Карта сегментирования рынка по разработке технологии производства изделия "обойма перемешивателя"

Критерии		Возможности станочного комплекса		
		Современное оборудование	Профессионализм персонала	Необходимое оборудование
Размер компании	АО «ТОМЗЭЛ»			
	ООО «Резервуарное Оборудование»			

Максимальное соответствие



Средний уровень соответствия



Из анализа карты, можно сделать вывод, что наиболее эффективным производством обладает АО «ТОМЗЭЛ», не смотря на это остальные компании могут составить конкуренцию. Однако производство изделия "обойма перемешивателя" потребует от остальных компаний существенного финансового вложения как в развитие станочной базы так и в поиск новых профессиональных сотрудников.

### 3.2.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в разрабатываемый объект.

Чтобы выявить ресурсоэффективность разработки и определить направления для ее будущего повышения, необходимо провести анализ конкурентных технических решений. Данный анализ проводится с помощью оценочной карты, которая приведена ранее. Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot V_i ,$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Коэффициент конкурентоспособности предприятия:

$$K_k = \frac{K_{\phi}}{K_{\text{ср}}} = \frac{4,36}{(4,02 + 3,67)/2} = 1,13,$$

так как  $K_k > 1$ , следовательно, предприятие конкурентоспособно.

В таблице 3.2 представлены следующие показатели конкурентоспособности: АО «ТОМЗЭЛ» (Ф), ООО «Резервуарное Оборудование» (к1).



Таблица 3.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность
		Бф	Бк1	Кф	Кк1
1	2	3	4	6	7
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>					
1. Станочная база	0,2	4	5	0,8	1
2. Современность оборудования	0,11	5	3	0,55	0,33
3. Инструментальная база	0,08	5	3	0,4	0,24
4. Профессионализм ИТР	0,12	4	3	0,48	0,36
5. Квалификация рабочих	0,09	5	3	0,45	0,27
6. Транспортная служба	0,05	3	5	0,15	0,25
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>					
1. Цена изготовления	0,15	4	5	0,6	0,75
2. Транспортные расходы	0,06	3	5	0,18	0,3
3. Затраты на переоснащение	0,1	5	4	0,5	0,4
4. Зарплаты сотрудников	0,04	5	3	0,2	0,12
<b>Итого</b>	1	43	39	4,31	4,02

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 –слабая позиция, а 5 – сильная. Веса показателей в сумме должны составлять 1.

### 3.2.3 Технология QuaD

Технология QuaD (Quality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, которые описывают качество новой разработки и ее перспективность на рынке, и позволяют принимать решение целесообразности вложения денежных средств в разрабатываемый проект. В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины групп показателей оценки коммерческого потенциала разработки и оценки качества разработки. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений по технологии QuaD представлена в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5×2)
1	2	3	4	5	6
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1. Простота изготовления	0,05	60	100	0,6	0,03
2. Точность	0,2	90	100	0,90	0,18
3. Затраты на оборудование	0,15	90	100	0,90	0,135
4. Надежность	0,04	80	100	0,85	0,034
5. Возможность заполнить нишу	0,16	75	100	0,75	0,12
6. Современность	0,02	75	100	0,75	0,015
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
7. Конкурентоспособность продукта	0,08	70	100	0,70	0,056
8. Уровень проникновения на рынок	0,07	70	100	0,70	0,049
9. Цена	0,04	60	100	0,60	0,024
10. Предполагаемый срок эксплуатации	0,09	90	100	0,90	0,081
Итого	1				0,724

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{ср} = \sum B_i \cdot V_i,$$

где  $П_{ср}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Значение  $П_{ср}$  позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя  $П_{ср}$  получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая. Таким образом, в результате расчетов получено  $П_{ср} = 72,4 \%$ , следовательно, разработка перспективна, так как перспективность выше среднего.

### **3.2.4 SWOT-анализ**

Применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта, данный вид анализа позволяет определить сильные и слабые стороны проекта, выявить возможностей и угрозы для его реализации, которые проявились или могут появиться в его внешней и внутренней среде, результаты SWOT-анализа представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны:</p> <p>С1. Гособеспечение заказа;</p> <p>С2. Большой объем;</p> <p>С3. Высокая степень автоматизации;</p>	<p>Слабые стороны:</p> <p>Сл1. Зависимость от оборудования и инструмента ;</p> <p>Сл2. Ограниченная целевая аудитория.</p> <p>Сл3. Зависимость от квалификации рабочих</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Возможное увеличение объемов в будущем;</p> <p>В2. Развитие станочной базы;</p>	<p>В1С1С3. После наладки процесса, возможно увеличение объемов.</p> <p>В2С1С2С3. Возможность получить деньги от государства в рамках программ развития.</p>	<p>В1Сл3. Выделение средств на обучение персонала</p> <p>В2Сл1. Переход на отечественного производителя</p> <p>В2Сл2. Быстрая переналадка оборудования под другие проекты</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Санкции ( импортное оборудование и инструмент);</p> <p>У2. Кризис.</p> <p>У3. Поломки оборудования.</p>	<p>С1У1. Переход на отечественного производителя</p> <p>У2С1. В Условиях кризиса возможна поддержка правительства</p>	<p>У1У2У3Сл1Сл2Сл3</p> <p>Условиях кризиса и санкций поломки оборудования или инструмента будут оказывать критически опасный эффект на производство.</p>

Благодаря SWOT матрице мы можем обозначить основные стратегические направления по улучшению проекта в ближайшем будущем:

- Закупка оборудования и ЗИПов к нему.
- Обучение персонала в области ремонта оборудования своими силами без использования импортных комплектующих
- Переход на инструмент и оборудование отечественного производителя, не зависящего от импорта.
- Разработка дополнительных проектов.
- Работа над увеличением объемов производства и номенклатуры производимой продукции.

### 3.3 Планирование научно-исследовательских работ

#### 3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения научного исследования была создана рабочая группа, в которую вошли научный руководитель (НР) и непосредственно студент (С), выполняющий написание бакалаврской ВКР.

В данном подразделе был создан перечень работ и отдельных этапов в рамках проведения исследования, а также приведены исполнители по каждому виду работ. Данный перечень представлен в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Перечень работ, этапов и распределение исполнителей.

Основные этапы	Номер работы	Содержание работ	Исполнитель
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	НР,С
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материала по теме	НР,С
	3	Выбор направления исследования	НР,С
	4	Календарное планирование работ по теме	НР,С
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Изучение теоретического материала по выбранному направлению	С
	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	С
	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	НР,С
	8	Проведение эксперимента	С
	9	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	С
Обобщение и оценка результатов	10	Оценка эффективности полученных результатов	С

### 3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Определение трудоемкости выполнения работ для каждого исполнителя является важным моментом, т.к. трудовые затраты чаще всего являются основной частью стоимости проведенного исследования.

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости  $t_{ожі}$  рассчитано по формуле:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5},$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемое значение трудоемкости выполнения  $i$ -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\min i}$  – минимально возможная трудоемкость заданной  $i$ -ой работы, чел.дн.;

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость заданной  $i$ -ой работы, чел.-дн.

Исходя из полученных значений  $t_{ожі}$ , рассчитывается продолжительность каждого вида работы в рабочих днях  $T_p$  по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i},$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

### 3.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

В качестве графика проведения научного исследования использовалась диаграмма Ганта, т.к. она является наиболее наглядным и удобным способом построения ленточного графика.

Для удобства разработки графика необходимо перевести длительность каждого этапа работ из рабочих дней в календарные. Продолжительность выполнения  $i$ -ой работы в календарных днях  $T_{кі}$  рассчитывается по формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность выполнения этапа в рабочих днях;

$T_{ki}$  – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности в свою очередь рассчитывается по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения представлены в таблице 3.6
















Таблица 3.6 – Временные показатели проведения научного исследования

Номер работы	Исполнитель	Трудоемкость работы			Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$ , раб. дн	Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$ , кал. дн.
		$t_{min}$ , чел.дн.	$t_{max}$ , чел.-дн	$t_{ож}$ , чел.-дн.		
1	ИТР	1	2	1,4	1,4	1,7
	Р	1	2	1,4	1,4	1,7
2	ИТР	5	10	7	7	8,5
	Р	2	4	2,8	2,8	3,4
3	ИТР	1	3	1,8	1,8	2,2
	Р	5	8	6,2	6,2	7,5
4	ИТР	2	4	2,8	2,8	3,4
	Р	4	8	5,6	5,6	6,8
5	Р	15	20	17	17	20,7
6	Р	10	14	11,6	11,6	14,1
7	ИТР	2	6	3,6	3,6	4,4
	Р	6	10	7,6	7,6	9,3
8	Р	3	6	4,2	4,2	5,1
9	Р	2	3	2,4	2,4	2,9
10	Р	3	5	3,8	3,8	4,6

В соответствии с производственным календарем на 2018 год календарных дней – 365, выходных и праздничных дней при пятидневной 40-часовой рабочей неделе. Таким образом, получили значение  $k_{\text{кал}} = 1,44$ .

На основании таблицы был построен календарный план-график, который приведен в следующей таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Календарный план-график

Номер работы	Исполнитель	Т <sub>ki</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ			
			февраль	март	апрель	май
1	ИТР	1,7				
	Р	1,7				
2	ИТР	8,5				
	Р	3,4				
3	ИТР	2,2				
	Р	7,5				
4	ИТР	3,4				
	Р	6,8				
5	Р	20,7				
6	Р	14,1				
7	ИТР	4,4				
	Р	9,3				
8	Р	5,1				
9	Р	3,2				
10	Р	4,6				



### 3.3.4 Определение бюджета научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования (НТИ) необходимо обеспечить полное и достоверное отражение всех видов расходов, которые связаны с его выполнением. Для определения бюджета НТИ в рамках выполнения ВКР с учетом выбранного направления исследования и исполнителей работ были рассчитаны материальные затраты, основная заработная плата исполнителей темы, дополнительная заработная плата исполнителей темы, отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления), накладные расходы.

### 3.3.5 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

В рамках расчета материальных затрат НТИ должны быть учтены:

- приобретаемые сырье и материалы, необходимые для создания стенда;
- затраты на дополнительные комплектующие;
- сырье, материалы, различные комплектующие изделия, применяемые в качестве объектов исследования;
- затраты на канцелярские принадлежности.
- Материальные затраты на  $i$ -й материальный ресурс рассчитывается по формуле:

$$З_M = (1 + k_T) \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{расч i}$$

- где  $k_T$  коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы;
- $m$  – количество видов материальных ресурсов, используемых для выполнения научного исследования;

- $C_i$  – цена на приобретение  $i$ -го вида приобретаемого материального ресурса;
- $N_{расх\ i}$  – количество материального ресурса  $i$ -го вида, которое планируется для использования при выполнении научного исследования.
- Для реализации данного научного проекта необходимы электронные компоненты. Результаты расчетов материальных затрат представлены в таблице. В ходе научно-технического исследования у приобретенных видов продукции не было остатков, следовательно, не нужно исключать стоимость возвратных отходов.

Таблица 3.8 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, $З_M$ , руб.
Заготовка из 30ХГСА	шт	5	290	1525
Резец торцевой	шт	1	1000	1000
Резец проходной	шт	1	1000	1000
Сверла	шт	5	5000	5000
Фрезы	шт	3	10000	10000
Флеш карта	шт	1	2000	2000
Заправка картриджа	шт	1	300	300
Пачка бумаги формата А4	шт	1	260	260
Итого:		18		21085

### 3.3.6 Расчет основной заработной платы исполнителей темы

Заработная плата участников выполнения НТИ учитывает основную заработную плату и дополнительную и рассчитывается по формуле:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} ,$$

где  $З_{осн}$  – величина основной заработной платы;

$З_{доп}$  – величины дополнительной заработной платы (15 % от  $З_{осн}$ ).

Основная заработная плата одного исполнителя от предприятия рассчитывается по формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p ,$$

где  $З_{дн}$  – среднедневная заработная плата, руб.;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых исполнителем, раб. дн.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d} ,$$

где  $З_m$  – месячный должностной оклад, руб.;

$M$  – количество месяцев работы исполнителя без отпуска в течение года (при пятидневной 40-часовой рабочей неделе и отпуске в 28 календарных дней значение составляет  $M=11$  месяца);

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени рабочего персонала, раб. дн. Действительный годовой фонд рабочего времени для Р – 1793, для ИТР – 1793.

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле:

$$З_m = З_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p ,$$

где  $З_{тс}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $З_{тс}$ );

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок ,принятый за 20 % от заработной платы по тарифной ставке;

$k_p$  – районный коэффициент (для г. Томска – 1,3).

В свою очередь тарифная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{tc} = T_{ci} \cdot k_T ,$$

где  $T_{ci}$  – тарифная ставка работника первого разряда, равная 10800 руб.;

$k_T$  – тарифный коэффициент, учитываемый по единой тарифной сетке для бюджетных организаций: для ИТР  $k_{T(ИТР)}$  принимается равным 2,18; для Р  $k_{T(Р)}$  – 1

По результатам расчетов была заполнена таблица 3.9.

Таблица 3.9 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$k_T$	$Z_{tc}$ , руб.	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{осн}$ , руб.
ИТР	2,18	23544	0,3	0,2	1,3	45910	2970	21	62370
Р	1	10800	0	0	1,3	13910	67	21	14070
Итого									76440

### 3.3.7 Расчет дополнительной заработной платы исполнителей темы

Дополнительная заработная плата учитывает величину предусмотренных Трудовым кодексом Российской Федерации доплат за отклонения от нормальных условий труда, а также выплаты, связанные с обеспечением компенсаций и гарантий.

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{доп} = Z_{осн} \cdot k_{доп} ,$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы, принятый на стадии проектирования за 0,15.

В результате получили следующие значения:  $Z_{\text{доп(ИТР)}} = 9355$  руб;  $Z_{\text{доп(Р)}} = 2110$  руб.

### 3.3.8 Расчет отчислений во внебюджетные фонды

Данная статья расходов отражает обязательные отчисления по нормам, установленным законодательством Российской Федерации, органам пенсионного фонда, государственного социального страхования, медицинского страхования, а также затраты на оплату труда работников.

Отчисления во внебюджетные фонды  $Z_{\text{внеб}}$  рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{внеб}} = (Z_{\text{доп}} + Z_{\text{осн}}) \cdot k_{\text{внеб}},$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент уплаты во внебюджетные фонды, принятый равным 27,1 % для учреждений, осуществляющих научную деятельность. Величина отчислений во внебюджетные фонды представлена в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	$Z_{\text{осн}}$ , руб.	$Z_{\text{доп}}$ , руб.	$k_{\text{внеб}}$	$Z_{\text{внеб}}$
ИТР	62370	9355	0,271	19437
Р	14070	2110	0,271	4384
Итого	76440	11465	-	23821

### 3.3.9 Расчет накладных расходов

В накладные расходы должны быть включены те затраты организации, которые не попали в предыдущие статьи расходов: оплата электроэнергии,

услуг связи, размножение материалов, печать и ксерокопирование материалов и т.д. Накладные расходы  $Z_{накл}$  рассчитываются по формуле:

$$Z_{накл} = (Z_{доп} + Z_{осн} + Z_{внеб}) \cdot k_{нр},$$

где  $k_{нр}$  – коэффициент накладных расходов, взятый в размере 16 %.

Получили следующие значения:  $Z_{накл(ИТР)} = 14585$  руб;  $Z_{накл(Р)} = 3290$  руб.

### 3.3.10 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Полученная в результате величина затрат на научно- исследовательскую работу является базой для формирования бюджета затрат на проект. Определение бюджета затрат представлено в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Расчет бюджета затрат НТ

Наименование статьи	Сумма,руб	
	ИТР	Р
1.Материальные затраты	-	22585
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы.	62370	14070
4.Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы.	9355	2110
5.Отчисления во внебюджетные фонды.	19437	4384
6. Накладные расходы	14585	11200
Бюджет затрат	105747	54349

### 3.3.11 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где –  $I_{\text{финр}}^{\text{исп } i}$  интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Интегральные показатели для различных исполнений:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } 1} = \frac{105747}{105747} = 1; \quad I_{\text{финр}}^{\text{исп } 2} = \frac{54349}{105747} = 0,51.$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии оценки	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2
1. Простота	0,35	4	5
2. Материальные вложения	0,2	5	4
3. Технологичность	0,3	5	3
4. Надежность	0,15	5	5
Итого	1	4,75	4,25
$I_{p1} = 0,35 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 = 4,65;$ $I_{p2} = 0,35 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,3 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 = 4,2.$			

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{испi}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{испi} = \frac{I_{pi}}{I_{финр}^{исп i}}, \quad (5.19)$$

Получаем,  $I_{исп1} = 4,65$ ,  $I_{исп2} = 4,11$ .

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволяет определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{ср}$ ) определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}}, \quad (5.20)$$

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять, что наиболее эффективный вариант решения технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности это первый вариант исполнения разработки. Сравнительная эффективность разработки приведена в таблице 3.12.



Таблица 3.12 – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Исп.1	Исп.2
Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,98
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	4,2
Интегральный показатель эффективности	4,65	4,11
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,131	

## **4.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
38Л31	Амелин Владимир Владимирович

<b>ШКОЛА</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение</b>	<b>Материаловедение</b>
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01. Машиностроение

**Тема дипломной работы: «Проектирование технологического процесса изготовления обоймы перемешивателя и оснастки»**

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования и области его применения.	Деталь «Обойма перемешивателя» изготавливается в механическом цехе. На участке цеха используется следующее оборудование: токарно-фрезерный станок с ЧПУ, проволочно-вырезной электроискровой станок.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Производственная безопасность</b> 1.1. Анализ выявленных вредных факторов и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью;</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> </ul> 1.2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности;</li> <li>– термические опасности;</li> <li>– электробезопасность.</li> </ul>	Основными вредными факторами на рабочем месте являются: производственный шум, электромагнитное поле, несоответствие нормам микроклимата, освещенность, физические перегрузки, запыленность, расчет освещения. К числу опасных факторов следует отнести наличие - механические опасности (движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования); термические опасности (нагрев оборудования); электрический ток, пожаропасность.
<b>2. Экологическая безопасность:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу;</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу;</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу;</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	В данном разделе рассматривается воздействие оборудования и материалов, находящихся в цехе на окружающую природную среду. Так же рассматриваются меры по обеспечению экологической безопасности, отходы, стружка, СОЖ, абразивная пыль, лампы-способы утилизации.
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> </ul>	Наиболее вероятные ЧС, которые могут возникнуть в цехе - это сильные морозы. Предусмотрены мероприятия по обеспечению устойчивости работы производства. «Чужие» на рабочем месте.

– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	Рассмотрены специальные правовые нормы трудового законодательства, мероприятия при компоновке рабочей зоны, приведен перечень НТД. Расчет освещения. План эвакуации. План размещения светильников.

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	26.02.2018г
---	-------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Федорчук Юрий Митрофанович	д.т.н.		26.02.18г

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
38Л31	Амелин Владимир Владимирович		26.02.18г

## 4.1 Описание рабочего места

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе рассмотрено технологическое бюро и находящееся в оборудовании (ПК).

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимосвязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании бюро необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как лаборатория находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.

Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы: наличие - а) не комфортных метеоусловий; б) вредных веществ; в) производственного шума; г) недостаточной освещенности; д) электромагнитного излучения; [4]

## 4.2 Микроклимат

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами :

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Повышенная влажность воздуха ( $\phi > 85\%$ ) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ( $\phi < 20\%$ ) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам-разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °C	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	$\leq 0.1$
Теплый	средняя	15 - 28	20 - 80	$\leq 0.5$

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

### 4.3 Вредные вещества

Среди химических веществ, выделяющихся при работе оргтехники, наибольший вред приносят краски копиров и принтеров. Эти краски называются тонерами. Представляют они собой мелкодисперсную смесь, в состав которой входят композитные полимеры или уголь. Во время печати, копирования выделяются всевозможные (нередко токсичные) органические вещества.

Необходимо выделить озон. Во время работы копировальной техники выделяется большое количество озона. Небольшое содержание этого газа в

воздухе оказывает благоприятный эффект на организм человека. Только при работе копиров озона выделяется намного больше, чем после грозы.

В больших концентрациях озон очень опасен. Дело в том, что озон – сильный окислитель. Поступая в избыточном количестве в организм человека, этот газ ускоряет окислительные процессы, происходящие в клетках. Неправильное развитие клеток может стать толчком к возникновению новообразований. Длительное воздействие больших доз озона способствует преждевременному старению.

Согласно гигиеническим нормативам "Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны ГН 2.2.5.1313-03", утвержденным Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 27 апреля 2003 г, озон относится к 1-му классу опасности (1 класс - чрезвычайно опасные), величина

ПДК = 0,1 мг/м<sup>3</sup>, а преимущественное агрегатное состояние в воздухе в условиях производства – пар и/или газ.

#### **4.4 Производственный шум**

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час,



при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

### **СКЗ**

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции (бетон, кирпич, гипсокартон и др.), звуко- и вибропоглощения (гранулированная или суспензированная минеральная вата, стекловолокно, войлок, стекловолокнистые плиты с ячеистым строением - пенополиуретан и т.п.);
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

## **СИЗ**

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

### **4.5 Освещенность**

Согласно СНиП 23-05-95 в офисе должно быть не менее 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения  $A = 9$  м, ширина  $B = 7$  м, высота  $= 3,5$  м. Высота рабочей поверхности над полом  $h_p = 1,0$  м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 300 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:  $S = A \times B$ ,

где  $A$  – длина, м;  $B$  – ширина, м.  $S = 9 \times 7 = 63 \text{ м}^2$

Коэффициент отражения покрашенных светло-зеленых стен с окнами, без штор  $\rho_c=40\%$ , свежепобеленного потолка  $\rho_{\Pi}=70\%$ . Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен  $K_3=1,2$ . Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп  $Z=1,1$ .

Выбираем лампу дневного света ЛДЦ-30, световой поток которой равен

$$\Phi_{\text{ЛД}} = 1500 \text{ Лм.}$$

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР –2-30.

Этот светильник имеет две лампы мощностью 30 Вт каждая, длина светильника равна 1200 мм, ширина – 260 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина  $\lambda$ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем  $\lambda=1,2$  расстояние светильников от перекрытия (свес)  $h_c = 0,5 \text{ м}$ .

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p,$$

где  $h_n$  – высота светильника над полом, высота подвеса,

$h_p$  – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР:  $h_n = 3,5 \text{ м}$ .

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м.}$$

Расстояние между светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$N_b = \frac{B}{L} = \frac{7}{2,4} = 2,92 \approx 3$$

Число светильников в ряду:

$$N_a = \frac{A}{L} = \frac{9}{2,4} = 3,75 \approx 4$$

Общее число светильников:

$$N = N_a \cdot N_b = 3 \cdot 4 = 12$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,4}{3} = 0,8 \text{ м}$$

Размещаем светильники в два ряда. На рисунке 4.1 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

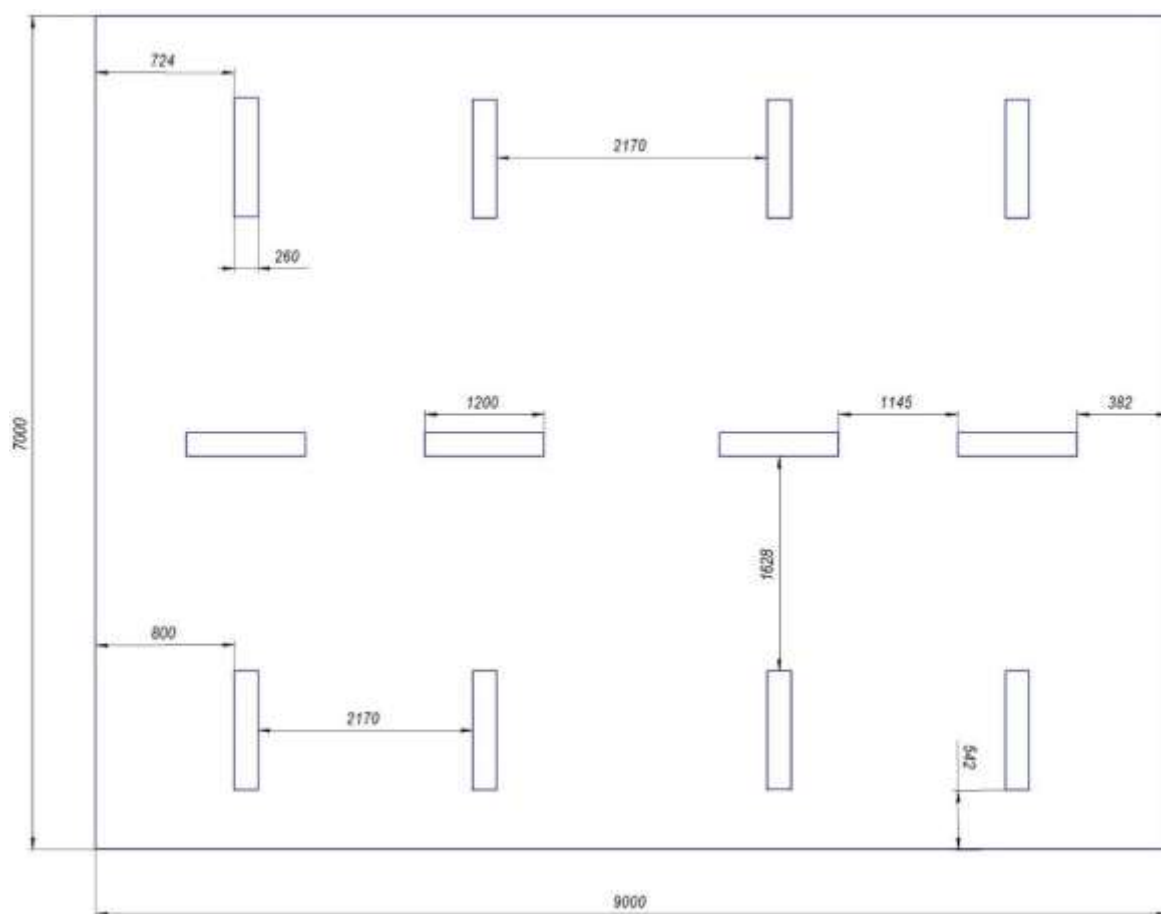


Рисунок 4.1 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A+B)} = \frac{9 \cdot 7}{2,0 \cdot (9+7)} = 1,97$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при  $\rho_{\text{л}} = 70 \%$ ,  $\rho_{\text{с}} = 40\%$  и индексе помещения  $i = 1,97$  равен  $\eta = 0,65$ .

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{П}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 9 \cdot 7 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{2 \cdot 12 \cdot 0,65} = 1599 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{1500 - 1599}{1599} \cdot 100\% = -6,2\%.$$

Таким образом:  $-10\% \leq -6,2\% \leq 20\%$  , необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

#### 4.6 Электромагнитные поля

В бюро используются электроприборы, которые создают электромагнитные поля.

Таким образом, при организации безопасности труда, необходимо учитывать воздействие электромагнитных полей на организм человека.

Основным источником неблагоприятных воздействий на организм является видеодисплейный терминал (ВДТ), который также называют дисплеем или монитором.

Для предотвращения неблагоприятного влияния на здоровье человека вредных факторов производственной среды и трудового процесса при работе с ПЭВМ необходимо руководствоваться Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормами "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы", разработанными в соответствии с Федеральным законом "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" и "Положением о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании".

Мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса ВДТ (на электронно-лучевой трубке) при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать 1 мкЗв/ч (100 мкР/ч).

Конструкция ПЭВМ должна обеспечивать возможность поворота корпуса в горизонтальной и вертикальной плоскости с фиксацией в заданном положении для обеспечения фронтального наблюдения экрана ВДТ. Дизайн ПЭВМ должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ПЭВМ, клавиатура и другие блоки и

устройства ПЭВМ должны иметь матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4 - 0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики.

Конструкция ВДТ должна предусматривать регулирование яркости и контрастности.

**Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:**

### **СКЗ**

- защита временем;
- защита расстоянием;
- снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
- экранирование источника;
- защита рабочего места от излучения;

### **СИЗ**

Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), которые включают в себя

- Очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.
- Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова ( $\text{SnO}_2$ ).
- Экранирование источника излучения и рабочего места осуществляется специальными экранами по ГОСТ 12.4.154.

## **4.6 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды**

### **4.6.1 Факторы электрической природы**

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.



2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.

3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Бюро относится к помещению без повышенной опасности поражения электрическим током. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены, автоматический контроль и сигнализация, устройства защитного заземления и зануления, устройства автоматического отключения. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Основными электрозащитными средствами в электроустановках напряжением до 1000 В являются диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения.

Дополнительные электрозащитные средства в электроустановках.

Дополнительными электрозащитными средствами являются диэлектрические галоши (боты), сапоги, диэлектрические резиновые коврики, дорожки и изолирующие подставки.

Диэлектрические боты, галоши и сапоги применяют для изоляции человека от основания, на котором он стоит. Боты применяют в электроустановках любого напряжения, а галоши и сапоги — только при напряжении до 1000 В.

Диэлектрические коврики и дорожки — это изолирующие основания. Их применяют в закрытых электроустановках любого напряжения.

Изолирующие подставки также изолируют человека от грунта или пола. В электроустановках напряжением до 1000 В изолирующие подставки выполняют без фарфоровых изоляторов, а выше 1000 В — обязательно на фарфоровых изоляторах.

Безопасные номиналы:  $U=12-36\text{В}$ ,  $I=0,1\text{ А}$ ,  $R_{\text{раз}}=4\text{ Ом}$ .

#### **4.7.2 Факторы пожарной и взрывной природы**

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории А<sub>н</sub>, Б<sub>н</sub>, В<sub>н</sub>, Г<sub>н</sub> и Д<sub>н</sub>.

Согласно НПБ 105-03 бюро относится к категории В - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

- а) использование только исправного оборудования;
- б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;
- е) курение в строго отведенном месте;
- ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.



## 4.8 Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Для перехода к безотходным производствам в бюро необходимо осуществлять все работы в электронном виде, без использования принтеров соответственно бумаги.

Контейнеры для макулатуры нужно установить по всему бюро, чтобы сотрудникам было максимально удобно ими пользоваться. Остальные перерабатываемые отходы: ПЭТ, стекло, алюминий – можно собирать в один общий поток. Его досортируют в мусоровывозящей компании. Для таких отходов достаточно поставить всего несколько контейнеров в тех местах, где отходы образуются, например, на кухне и у вендинговых автоматов. Рядом с контейнерами для раздельного сбора обязательно должны стоять и урны для смешанных отходов. Так ценные перерабатываемые фракции не будут загрязняться салфетками и чайными пакетиками.

Все контейнеры для раздельно собранных отходов, установленные в бюро, должны иметь четкую и яркую маркировку, сообщающую сотрудникам, какие именно отходы нужно складывать в данный контейнер. При этом, сами контейнеры могут быть самой простой и дешевой модели.

Отдельно от прочего мусора необходимо собирать батарейки, аккумуляторы, люминесцентные лампы, отработавшие картриджи и оргтехнику. Все это - опасные отходы, которые необходимо сдавать на специальную утилизацию.

Необходимо вывозить отходы по накоплению достаточно значительной партии, например, объемом от 200 кг. Если же есть возможность хранить более 500 кг,

то отходы будут готовы бесплатно забирать компании-заготовители вторсырья. Накопление отходов не представляет проблем, в том случае если у компании есть собственный склад или подсобное помещение.

Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

При выборе компании, которой вы будете передавать отдельно собранные отходы, необходимо обратить внимание на список отходов, которые она принимает, наличие собственного транспорта (или приемных пунктов, если вы планируете отвозить отходы сами), минимальный объем вывоза.

Также в цехе механообработки присутствуют отходы такие как металлическая стружка, СОЖ, ртутные лампы.

На первом этапе металлическая стружка разделяется по роду металла на черные и цветные металлы. После разделения стружка брикетируется и складывается в специальном помещении или баке, которые должны иметь свободный подъезд и средства механической погрузки для грузового транспорта. Раз в неделю или месяц стружка отгружается и вывозится в компанию по переработке металлических отходов.

Регенерация СОЖ происходит посредством установки фильтров и добавлении в бак концентрированного раствора.

Отработанные ртутные лампы на предприятии укладывают в герметичную тару (пластиковые, картонные коробки) и складывают на складах временного хранения ртутьсодержащих отходов. После в определенный срок вывозятся в специальные утилизирующие компании.

## 4.9 Защита в ЧС

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют.

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди сотрудников бюро. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели или газовый баллон с горелкой и катализатором. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

При сбое подачи электроэнергии на складе должен быть предусмотрен и находиться бензогенератор и суточный запас бензина для него.

В случае сбоя подачи водоснабжения на складе или на участке в бюро должны находиться суточные запасы пресной питьевой воды.

При отказе, например, электрического общественного транспорта, который довозит сотрудников до бюро и обратно, в организации, где находится технологическое бюро, должен быть предусмотрен свой транспорт, способный доставить всех сотрудников в пункт назначения за минимальное время.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще.

Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии, предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи. Также необходимо исключить распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, Должностные лица должны раз в полгода проводить тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

#### **4.10 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

1. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
2. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
3. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
4. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
5. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
6. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
- ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
7. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
8. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.



9. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.

10. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры

11. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

### **Графические материалы**

1) Освещенность на рабочем месте

2) Пути эвакуации

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате выполнено ВКР разработан технологический процесс изготовления «обоймы» и спроектировано приспособления для сверления отверстия. Для изготовления оснастки использовались современные станки с ЧПУ которые позволили повысить производительность и качество изготовления оснастки. Контроль качества изготовления производился надежными и зарекомендовавшими себя в производстве измерительными приборами и средствами контроля. Разработанный технологический процесс планируется внедрить на томском заводе электроприводов(ТОМЗЭЛ). Операционные эскизы, чертежи, иллюстрации в работе были выполнены с помощью программы Компас-3D V16 Таким образом, все поставленные задачи были выполнены.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с.
3. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х ч. Том 2. – Л.: Машиностроение, 1983. – 448 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1985. 496 с.
5. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / Баранчиков В.И., Жаринов А.В., Юдина Н.Д., Садыхов А.И. и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990.
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя.: В 3 т. Т. 1. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.
7. Основной каталог Вальтер
8. Справочник молодого токаря – 2-е изд, перераб. и доп. Бергер И.И. 1987- 366с.ил
9. Резание металлов и режущий инструмент. Аршинов В А. и Алексеев Г. А. М., «Машиностроение», 1967
10. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места подготовительно-заключительное для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – М.:Машиностроение, 1974. – 422 с.
11. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя. В 3-х кн. Кн. 1. 6-е изд. М.: Машиностроение, 1982. 632 с.

12. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя. В 3-х кн. Кн. 2. 6-е изд. М.: Машиностроение, 1982. 584 с.
13. Машиностроение. Энциклопедия. В 40-ка кн. КН. IV-I. Детали машин. Конструкционная прочность. Трение, износ, смазка. М.: Машиностроение, 1995. 863с.
14. Фещенко В.Н., Махмутов Р. Х. Токарная обработка.-М.: Высш. Шк.,1984.-288 с.
15. Шарин Ю.С. Подготовка программ для станков с ЧПУ.- М.: Машиностроение, 1980.-141 с.
16. Бергер И.И. Справочник молодого токаря.- Мн.: Выш. Шк., 1972.-320 с.